

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»**

Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства

Международный саммит молодых учёных

Материалы саммита

26-30 июля 2016 г.

Краснодар, 2016

УДК 631/635+581.5=161.1(063)

ББК 40.4/40.5/41/42я43

C56

Редакционная коллегия:

Гаркуша Сергей Валентинович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБНУ "ВНИИ риса";

Авакян Эльмира Рубеновна - доктор биологических наук, профессор, ФГБНУ "ВНИИ риса";

Ковалёв Виктор Савельевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам. директора по науке ФГБНУ "ВНИИ риса";

Дубина Елена Викторовна - кандидат биологических наук, ФГБНУ "ВНИИ риса";

Доминова Ирина Георгиевна - редактор ФГБНУ "ВНИИ риса".

C56 Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства.[Текст] : Международный саммит молодых учёных : материалы конф. (Краснодар, 26 - 30 июля 2016 г.) / ФГБНУ "Всероссийский научно - исследовательский институт риса" ; сост. Дубина Е. В. - Казань : ИП Синяев Д. Н. , 2016.- 271 с.- ISBN 978-5-906217-86-8.

ISBN: 978-5-906217-86-8

Сборник составлен по материалам, представленными участниками Международного саммита молодых учёных : "Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства". Саммит прошел 26-30 июля 2016 года.

Саммит посвящен научным исследованиям и разработкам в области генетики, селекции, семеноводства, сельскохозяйственной биотехнологии и физиологии растений. Рассматриваются вопросы растениеводства, агрохимии и земледелия, а также технологии возделывания, иммунитета и защиты сельскохозяйственных культур.

Книга рассчитана на студентов, аспирантов, научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений России, ближнего и дальнего зарубежья.

Сборник размещен в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Материалы представлены в авторской редакции

ISBN 978-5-906217-86-8

© ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса", 2016

© Федеральное агентство научных организаций, 2016

© Министерство образования и науки администрации Краснодарского края, 2016

© Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края, 2016

© Авторы, указанные в содержании, 2016

Организаторы и Партнёры:

- Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно- исследовательский институт риса»;
- Федеральное агентство научных организаций;
- Министерство образования и науки администрации Краснодарского края;
- Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края;

***Цель саммита** - консолидация молодых учёных НИИ и ВУЗов, а также специалистов в сфере сельского хозяйства для объединения междисциплинарных научных исследований в повышении интеграционных процессов и разработке инновационных продуктов и технологий для сельскохозяйственной отрасли.*

Програмный комитет:

- **Гаркуша Сергей Валентинович** - председатель, доктор с.-х. наук, профессор, директор ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Ковалёв Виктор Савельевич** - доктор с.-х. наук, профессор, зам. директора по науке ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Балясный Иван Валерьевич** - зам. директора ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Есаулова Любовь Владимировна** – кандидат биол. наук, учёный секретарь ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Дубина Елена Викторовна** – кандидат биол. наук, ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Ветрова Нина Федоровна** – зав. отделом международных отношений, ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Ладатко Максим Александрович** – кандидат с.-х. наук, ФГБНУ «ВНИИ риса»
- **Чижиков Виталий Николаевич** – кандидат с.-х. наук, ФГБНУ «ВНИИ риса»

Главные направления саммита:

- Растениеводство (генетика, селекция, биотехнология, физиология, семеноводство, микробиология, защита растений, генетические ресурсы).
- Земледелие (агрохимия, почвоведение, технология выращивания, экология).
- Автоматизация и информационные технологии (компьютерное моделирование, геоинформационные системы, инженерные разработки).

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

С.В. Гаркуши
Директора ФГБНУ «ВНИИ риса»,
доктора сельскохозяйственных наук, профессора

Уважаемые коллеги, друзья, с удовольствием приветствую в стенах нашего института лидеров Международного саммита молодых учёных «Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства».

У нас становятся регулярными ежегодные конференции, семинары, школы, направленные на консолидацию молодых учёных НИИ и ВУЗов, а также специалистов в сфере сельского хозяйства для объединения междисциплинарных научных исследований и разработки инновационных продуктов и технологий для сельскохозяйственной отрасли.

В рамках сегодняшнего мероприятия впервые проводится саммит, где встречается российская научная молодёжь, чтобы сформировать единую коммуникационную площадку в сфере сельского хозяйства, выявить эффективные инструменты реализации инновационных идей и проектов на практике для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли, объединить исследования молодых учёных НИИ и ВУЗов для повышения производственных, экономических и улучшения экологических аспектов в сфере сельского хозяйства.

Рассматриваем это как свидетельство растущего интереса к развитию сельскохозяйственной отрасли со стороны научного сообщества, признания важной роли науки в экономике нашей страны.

Значение диалога внутри научного сообщества между НИИ, ВУЗами и производством еще более возрастает в настоящее время, когда непростая ситуация в мировой экономике диктует поиск согласованных эффективных решений в отношении путей преодоления последствий экономического кризиса.

Саммит во многих отношениях стал новаторским, который запустит процессы сотрудничества между НИИ, ВУЗами и производством, что обеспечит на системной основе реализацию всех масштабных решений. Мы готовы совместно с нашими коллегами идти по этому пути.

Позвольте от имени коллектива и от себя лично пожелать Вам интересного пребывания на нашем мероприятии, ярких, запоминающихся впечатлений, новых научных идей и теплого человеческого общения.

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ОВОЩНОГО ГОРОХА ДВУХ МОРФОТИПОВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Аликина О.В., аспирант, Беседин А.Г., кандидат сельскохозяйственных наук

Филиал Крымская опытно-селекционная станция

Федерального государственного бюджетного научного учреждения

«Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

353384 Краснодарский край, г. Крымск, Россия

E-mail: kross67@mail.ru

Приведены результаты сравнительной оценки сортов гороха овощного с обычным и усатым типом листа по распределению сухих веществ в надземной части растений. Выделены сорта с высокой урожайностью и эффективностью работы листового аппарата.

Ключевые слова: *овощной горох, обычный и усатый морфотипы, изменчивость признаков, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность.*

The results of the comparative evaluation of peas leafless and conventional types sheet on the distribution of dry matter. Varieties with high yield and efficiency of the leaves.

Key words: *garden pea, leafless and conventional-leaved morphotypes, variation of traits, photosynthetic productivity, yield.*

Введение

В настоящее время прослеживается тенденция к активному внедрению в селекционный процесс форм гороха с различными морфологическими признаками листа. У большинства выращиваемых сортов гороха листовой аппарат состоит из прилистника, черешка, листочков и усиков (традиционный морфотип), которыми растения способны цепляться за любую опору. Есть сорта, лист которых не имеет листочков, и черешок их оканчивается усиками (безлисточковый). Благодаря большому числу усиков растения дольше не полегают, что повышает технологичность уборки. Исследование этих форм, в основном, проводится на горохе кормового и зернового использования [1, 2, 3 и др.] и практически отсутствуют данные об изучении современных сортов гороха овощного традиционного и безлисточкового морфотипов, что подтверждает необходимость проведения данной работы.

Цель работы

Сравнить два морфотипа гороха овощного по урожайности, накоплению и распределению сухих веществ в надземной части растений. Выделить сорта, наиболее рационально использующие ассимиляционную поверхность листового аппарата.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2015 году на селекционных полях Крымской ОСС ВИР Краснодарского края. Почвы участка – слитые и деградированные черноземы глинистого механического состава. Предшествующая культура – томат. За стандарты приняты сорта гороха овощного селекции Крымской ОСС, районированные для данной зоны: в группе раннеспелых – Альфа (St-1), среднеранних – Беркут (St-2), среднеспелых – Адагумский (St-3), позднеспелых – Исток (St-3). Сорта высевали сеялкой СКС-6-10 с междурядьем 15 см на глубину 5-6 см 27 марта, площадь делянки – 10 м². Учетная площадь – 0,25 м², повторность опыта – трехкратная.

Материалом для изучения послужили 18 сортов гороха овощного (16 – из коллекции ВИР) разных групп спелости традиционного и безлисточкового морфотипа.

Чистую продуктивность фотосинтеза (г/м² в сутки) (ЧПФ) определяли по методике А.А. Ничипоровича и др. [4]. Представлены данные по ЧПФ за период «растение с 2-3 листьями» – «техническая спелость».

Площадь листьев и прилистников определяли при помощи программы «AreaS» и

методики А.Н. Пермякова и др. [5]. Для этого листья и прилистники сканировали с сохранением изображения, которое затем обрабатывали в программе «AreaS» для определения его площади.

Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по формуле:

$$\Phi_{\text{ч.пр}} = (B_2 - B_1) \div ((L_1 + L_2) \div 2) \times T, \text{ г/м}^2 \text{ в сутки},$$

где $\Phi_{\text{ч.пр}}$ – чистая продуктивность фотосинтеза, обозначающая число граммов общей сухой массы, образуемой 1 м² площади листьев в среднем в течение дня за промежуток времени – T; B_1 и B_2 – вес сухой массы растений в начале и в конце учитываемого периода; L_1 и L_2 – площадь листового аппарата растений с той же площади посева в начале и в конце того же промежутка времени; $(L_1 + L_2) \div 2$ – средняя площадь листьев.

Урожайность зеленого горошка (кг/м²) учитывали путем взвешивания вылущенного зеленого горошка в фазу технической спелости с единицы площади.

Продуктивность единицы листового аппарата (кг/м² листьев) определяли как отношение массы зеленого горошка к площади листового аппарата в фазу технической спелости [6].

Распределение сухих веществ в надземной биомассе растений (%), показывающее количество сухих веществ, приходящееся на каждый орган от общего их содержания в надземной части растений, определяли следующим образом. В фазу технической спелости учитывали общее содержание сухих веществ (надземной биомассы) и частное (осевые органы, листья и прилистники, «лопатки», створки боба, зерно). Общее содержание сухих веществ принимали за 100%, а частный процент определяли по пропорции.

Математическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [7] с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты

Общеизвестно, что урожай, в основном, формируется ассимиляционной поверхностью листового аппарата. При этом важна не столько его площадь, сколько интенсивность работы и дальнейшее распределение продуктов фотосинтеза в пределах растения. Проведенный нами корреляционный анализ показал, что урожай сортов гороха овощного в 2015 году был значительно связан с процентом сухих веществ, приходящихся на зерно ($r=0,63$) в фазу технической спелости, а также с продуктивностью единицы листового аппарата (0,53).

На основании рассчитанных данных процентного соотношения сухих веществ в надземных частях растений и уровня изменчивости изучаемых признаков проведен сравнительный анализ сортов гороха овощного с обычным и усатым типом листа. Средний уровень вариабельности большинства изучаемых признаков ($V < 20\%$), подтверждает общую тенденцию в распределении продуктов фотосинтеза у растений двух морфотипов (таблица 1). На составляющие листового аппарата (лист и прилистник) направляется соразмерный процент сухих веществ, как в группе традиционных форм (17,9 и 11,3% соответственно), так и безлисточковых (17,9 и 12,4%).

Сравнивая средние показатели работы листового аппарата и урожая групп сортов с обычным и усатым типом листа (таблица 2), видно, что у традиционных форм выше и урожай (на 0,09 кг/м²), и площадь листьев (0,64 м²/м²), тогда как у безлисточковых – продуктивность единицы листового аппарата (0,01 кг/м²) и чистая продуктивность фотосинтеза (0,24 г/м² в сутки). При этом урожай сортов традиционного морфотипа находится в пределах от 0,42 до 1,09 кг/м², имея высокий уровень изменчивости ($V=20,8\%$), тогда как у безлисточковых он в пределах от 0,66 до 0,91 кг/м² и более стабилен ($V=10,9\%$). Высокую вариабельность урожая сортов традиционного морфотипа можно объяснить очень низким значением данного признака у Асаны и Примы, созревающих на 7 дней раньше стандарта Альфа и развивавшихся в неблагоприятных погодных условиях. В 2015 году ни один из изучаемых сортов не превысил стандарты по урожаю зеленого горошка, что подтверждает высокую адаптивность местных сортов к агроклиматическим условиям юга России.

Таблица 1. Распределение сухих веществ в надземной части растений гороха овощного (фаза технической спелости), 2015 г.

Название сорта	Номер каталога ВИР	Процент сухих веществ, приходящийся на части растений:					
		семена	створки боба	лопатки	стебли	листья*	прилистники
Традиционный морфотип							
Альфа (St-1)	к-7216	33,1	15,8	4,9	16,1	19,0	11,1
Асана	и-0148158	16,5	23,4	1,8	21,1	21,8	15,4
Прима		25,4	20,5	4,6	17,5	18,3	13,7
Винко	и-0148164	37,4	17,8	4,4	16,2	15,8	8,4
СВ 0987 ЮЦ		38,9	16,1	3,3	12,1	14,5	15,1
Беркут (St-2)	к-8856	40,1	16,8	0,8	14,0	17,3	11,0
Муцио	и-0148166	29,5	22,1	2,0	16,1	22,1	8,2
Ресал	и-0148175	29,9	22,1	5,0	15,5	14,5	13,0
Омега	и-0148176	38,7	24,2	0,0	14,4	14,2	8,5
Адагумский (St-3)	к-7071	27,9	19,0	4,2	17,7	20,3	10,8
Амбассодор	и-0148179	36,0	18,6	2,9	16,7	17,0	8,7
Исток	к-9353	29,7	16,4	1,7	19,8	20,3	12,1
$x_{cp} \pm s$		31,9±6,9	19,4±3,0	3,0±1,7	16,5±2,4	17,9±2,8	11,3±2,6
V, %		21,6	15,6	57,0	14,8	15,8	23,0
Безлисточковый морфотип							
Стайл	и-0148163	29,0	22,9	1,4	17,6	15,3	13,8
Хезбана	и-0148159	35,9	19,5	0,0	17,3	14,1	13,2
Донана	и-048177	34,4	17,6	4,2	14,6	16,0	13,2
Бинго	и-0148178	29,5	22,6	2,0	16,6	22,1	8,2
Парус	к-9350	27,8	15,7	4,4	16,3	21,5	14,3
Бутана	и-0148180	40,9	16,1	0,6	12,3	18,5	11,7
$x_{cp} \pm s$		32,9±5,0	19,1±3,2	2,1±1,8	15,8±2,0	17,9±3,4	12,4±2,2
V, %		15,3	16,5	87,6	12,7	18,7	18,2

Примечание: *для традиционного морфотипа – черешок с листочками и усиками; для безлисточкового – черешок с усиками.

Из раннеспелой группы сорта Асана и Прима, имеющие традиционный морфотип, значительно уступали стандарту (на 0,50 и 0,24 кг/м² соответственно). Распределение сухих веществ у них осуществлялось таким образом, что на семена приходилось 16,5 и 25,4%, остальные ассимилянты направлялись на развитие вегетативных частей. Это объясняется засушливыми погодными условиями в периоды роста, цветения, налива бобов (гидротермический коэффициент 0,1-0,2), которые отрицательно отразились на урожае. В группе сортов безлисточкового морфотипа урожай сортов Стайл и Хезбана статистически не отличался от стандарта Альфа (St-1). В целом в ранней группе созревания у сортов Винко, СВ 0987 ЮЦ и Хезбана отмечено наиболее рациональное использование фотосинтетического потенциала. Их урожай, значительно не отличающийся от стандарта, формировался меньшей ассимиляционной поверхностью листьев (на 0,85, 1,49 и 1,58 м²/м² поля), о чем свидетельствуют высокие значения продуктивности единицы листового аппарата – на 0,04, 0,08 и 0,10 кг/м² больше стандарта (табл. 2). Интенсивность накопления сухих веществ на 0,81, 3,15 и 3,63 г/м² в сутки выше сорта Альфа (St-1) и дальнейшее распределение ассимилянтов на зерно в части, превышающей 35%, также подтверждают эффективность работы листовой поверхности выделившихся сортов.

Таблица 2. Урожай и интенсивность работы ассимиляционной поверхности листового аппарата у сортов гороха овощного традиционного и безлисточкового морфотипа, 2015 г.

Название образца	Группа спелости	Урожай, кг/м ²	Площадь листового аппарата, м ² /м ² поля	Продуктивность единицы листового аппарата, кг/м ²	ЧПФ, г/м ² в сутки
Традиционный морфотип					
Альфа (St-1)	ранняя	0,92	4,65	0,20	4,55
Асана	ранняя	0,42	3,23	0,13	5,40
Прима	ранняя	0,68	4,66	0,15	4,41
Винко	ранняя	0,91	3,80	0,24	5,36
СВ 0987 ЮЦ	ранняя	0,88	3,16	0,28	7,70
Беркут (St-2)	среднеранняя	0,98	3,47	0,28	5,76
Муцио	среднеранняя	1,00	4,32	0,23	5,35
Ресал	среднеранняя	0,75	3,46	0,22	5,26
Омега	среднеранняя	0,97	3,31	0,29	6,25
Адагумский (St-3)	среднепоздняя	0,78	5,14	0,15	3,80
Амбассодор	среднепоздняя	0,86	3,93	0,22	5,34
Исток	поздняя	1,09	7,58	0,14	4,10
$\bar{x}_{cp} \pm s$		0,85±0,18	4,23±1,24	0,21±0,06	5,27±1,04
V, %		20,8	29,3	27,4	19,7
Безлисточковый морфотип					
Стайл	ранняя	0,77	3,48	0,22	5,92
Хезбана	ранняя	0,91	3,07	0,30	8,18
Донана	среднеранняя	0,72	3,61	0,20	4,67
Бинго	среднеранняя	0,77	4,26	0,18	3,63
Парус	среднепоздняя	0,66	3,85	0,17	4,94
Бутана	среднепоздняя	0,75	3,25	0,23	5,72
$\bar{x}_{cp} \pm s$		0,76±0,08	3,59±0,43	0,22±0,05	5,51±1,54
V, %		10,9	11,9	20,9	28,0
HCP ₀₅ *		0,21			

Примечание: *HCP рассчитана для всей совокупности сортов

Урожай сортов среднеранней группы спелости с обычным типом листа Муцио и Омега статистически значительно не отличался от сорта Беркут (St-2), тогда как у сорта Ресал этот показатель был ниже на 0,23 кг/м² (табл. 2). В группе сортов с усатым типом листа урожай Бинго и Донаны – ниже стандарта на 0,21 и 0,26 кг/м² соответственно. По рациональности использования листовой поверхности из среднеранних сортов выделяются Беркут и Омега традиционного морфотипа. Их урожай сформирован 3,16 и 3,31 м²/м² ассимиляционной поверхности, при самом большом уровне продуктивности единицы листового аппарата (0,28 и 0,29 кг/м²). Чистая продуктивность фотосинтеза у сорта Омега превышала Беркут на 0,49 г/м² в сутки (табл. 2), однако на зерно в фазу технической спелости приходился сопоставимый процент – 40,1 (Беркут) и 38,7 (Омега) – ассимиляторов.

Среднепоздние сорта традиционного и безлисточкового морфотипов по урожаю зеленого горошка достоверно не отличались от стандарта Адагумский (St-3). Наиболее эффективно использовали ассимиляционную поверхность листьев сорта Амбассадор (об.л.) и Бутана (ус.л.). На один метр квадратный их листовой поверхности приходилось 0,22 и 0,23 кг зеленого горошка соответственно. При интенсивности накопления сухих веществ выше, чем у стандарта на 1,54 (Амбассадор) и 1,92 г/м² в сутки (Бутана), распределение продуктов фотосинтеза осуществлялось таким образом, что на зерно приходилось 36,0 и

40,9% ассимилятов (табл. 1).

В поздней группе спелости изучался сорт Исток (об.л.) селекции Крымской ОСС, других сортов, использующихся в производстве и созревающих с ним одновременно или позже, нет. В условиях 2015 года урожай зеленого горошка сорта Исток максимальный (1,09 кг/м²), но статистически значимо не отличающийся от большинства стандартов. Этот факт и большая площадь ассимиляционной поверхности (7,58 м²/м²) отразились на продуктивности листового аппарата, которая составила 0,14 кг/м². Показатель чистой продуктивности фотосинтеза – 4,10 г/м² в сутки. В фазу технической спелости на зерно приходилось 29,7% сухих веществ от общего их содержания в надземной биомассе растений.

Выводы

Анализ данных за 2015 год показал, что распределение сухих веществ в надземной части растений у сортов традиционного и безлисточкового морфотипа происходит одинаково; наиболее рационально используют ассимиляционную поверхность листового аппарата сорта: Винко (и-0148164), СВ 0987 ЮЦ, Беркут (к-8856), Омега (и-0148176) и Амбассадор (и-0148179) – традиционного морфотипа, Хезбана (и-0148159) и Бутана (и-0148180) – безлисточкового; ни один сорт по урожайности зеленого горошка значительно не превысил стандарты Альфа (к-7216), Беркут (к-8856), Адагумский (к-7071) и Исток (к-9353) селекции Крымской ОСС.

Список литературы:

1. Бугрей, И.В. Физиологическая и хозяйственная оценка зерновых сортов гороха с листочковым и видоизмененным (усатым) типами листа: автореф.дисс....канд. с.-х. наук / И.В. Бугрей // Рассвет. – 2003. – 24 с.
2. Новикова, Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха / Н.Е. Новикова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 53-58.
3. Гарипова, С.Р. Сравнение морфометрических показателей симбиоза, продуктивности и устойчивости к корневым гнилям и плодоярке у усатых и листочковых сортов гороха в условиях Предуралья / С.Р. Гарипова, О.В. Маркова, Р.К. Вахитова, Д.В. Гарифуллина, И.К. Каримов, Ф.А. Давлетов // Вестник Башкирского университета. – 2015. – Т. 20. – № 2. – С. 460-466.
4. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожая) / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строгонова, С.Н. Чмора, М.П. Власова. – М.: Издательство академии наук СССР, 1961. – 133 с.
5. Пермяков, А. Н. Методика определения площади листьев с помощью программы определения «AreaS» [Электронный ресурс] / А.Н. Пермяков, М.И. Дулов, В.Г. Васин, А.А. Толпекин, Е.В. Зуев // Официальный сайт ФГБОУВПО Самарская ГСХА {<http://old.ssaa.ru/>} (дата обращения 15 марта 2009 г.)
6. Коняев, Н. Ф. Научные основы высокой продуктивности овощных растений / Н.Ф. Коняев. – Новосибирск: изд-во НСХИ, 1978. – Часть 1. – 99 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

УДК 632.937.15Б.

НОВЫЕ БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БИОФУНГИЦИДЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ В СИСТЕМАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Асатурова А.М., кандидат биологических наук, Томашевич Н.С.,
кандидат сельскохозяйственных наук, Жевнова Н.А., аспирант,
Хомяк А.И., аспирант, Дубяга В.М., Козицын А.Е., аспирант,
Сидорова Т.М., кандидат биологических наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»,
350039, г. Краснодар, Россия
E-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

В статье представлены данные о влиянии опытных образцов биофунгицидов на основе новых штаммов бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g и *Bacillus subtilis* BZR 517. Изучено их воздействие на всхожесть и поражаемость растений озимой пшеницы корневыми гнилями в лабораторных и полевых условиях, а также влияние на рост, развитие и урожайность растений озимой пшеницы.

Ключевые слова: бактерии, *Bacillus subtilis*, биофунгициды, озимая пшеница.

The article presents data on the impact of tests samples of biofungicides on the basis of new strains of bacteria *Bacillus subtilis* BZR 336g and *Bacillus subtilis* BZR 517 germination and susceptibility of winter wheat root rot of plants under laboratory and field conditions, and the impact on growth, development and yield of winter wheat.

Key words: bacteria, *Bacillus subtilis*, biofungicides, winter wheat.

Введение

Значительные потери урожая, снижение качества зерна и накопление в нем микотоксинов, опасных для теплокровных животных и человека, обусловлены, в том числе, массовым развитием и распространением грибных болезней. Защита растений от болезней грибной этиологии основана преимущественно на использовании современных химических пестицидов и имеет огромные масштабы. Это обострило экологическую ситуацию, так как химические препараты являются высокотоксичными веществами и, накапливаясь в почве, в повышенных дозах поступают в продукты питания, а также негативно влияют на многие организмы агробиоценозов и водоемов. При этом высокая стойкость пестицидов, неспецифичность их действия и накопление в окружающей среде токсических остатков неизбежно приводят к глубоким изменениям в экосистемах. Одним из путей решения проблемы является переориентация на применение экологически безопасных средств защиты растений, в том числе и биопрепаратов [1, 2]. К достоинствам микробиологических средств защиты растений можно отнести специфичность действия, высокую экологичность, возможность решения проблемы резистентности популяций фитопатогенов к пестицидам.

Материалы и методы

Исследования по разработке экологически безопасных биопрепаратов для снижения вредности болезней включают ряд этапов: ступенчатый скрининг штаммов в лабораторных и полевых условиях, селекционное улучшение перспективных штаммов, безопасных для человека и нефитотоксичных для растений, разработку препаративных форм, регламентов производства и хранения, обоснование стратегии применения биопрепаратов [3].

В лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР были созданы опытные образцы биофунгицидов на основе штаммов бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336 g и *B. subtilis* BZR 517 [4, 5]. За время

работы была выявлена ферментативная и антагонистическая активность исследуемых штаммов-продуцентов биофунгицидов [6], установлено их положительное влияние на рост и развитие растений [7], определены физиологические признаки бактерий, а также оптимальные параметры их культивирования, разработаны оригинальные питательные среды для культивирования штаммов-продуцентов биофунгицидов [8].

Проведенный патентный поиск показал, что разрабатываемые биофунгициды являются охраноспособными применительно к РФ, а полученные экспериментальные данные свидетельствуют о конкурентоспособности опытных образцов биофунгицидов в сравнении с аналогичными российскими и зарубежными препаратами (Раксил, Кинто Дуо, Фитоспорин-М).

Опытные образцы новых биофунгицидов соответствуют следующим характеристикам [9-12]:

- широкий спектр антифунгального действия против фузариозной корневой гнили и фузариоза колоса 23-71% и 16-73%, снежной плесени - 14-52%, желтой пятнистости листьев - 38-94%;
- высокая ростостимулирующая активность: увеличение массы побега и корня на 13 и 45% и длины побега и корня - на 7 и 22% соответственно;
- титр опытных образцов новых биофунгицидов в препаративной форме, жидкая культура не менее $1,5 \times 10^9$ КОЕ/мл;
- совместимость с химическими пестицидами с целью применения в интегрированной системе защиты озимой пшеницы для снижения пестицидного пресса на агроценозы;
- биологическая эффективность против корневых гнилей 45-68% (на фоне поражения 42%); против бурой ржавчины - 18% (на фоне поражения 20 %); против желтой пятнистости листьев 26-49% (на фоне поражения 5%);
- хозяйственная эффективность (дополнительный урожай) - 25-48%.

Результаты

В исследованиях ФГБНУ «Научно-исследовательского центра токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов» ФМБА РФ по показателям вирулентности, диссеминации, токсичности и токсигенности установлено, что штаммы *B. subtilis* BZR 517 и *B. subtilis* BZR 336g не являются патогенными для теплокровных животных.

Рост производства зерна озимой пшеницы сопровождается дополнительными затратами, которые складываются в том числе и из затрат на мероприятия, связанные с защитой культуры от вредителей и болезней, и уборку дополнительного урожая.

Максимальный дополнительный урожай в центральной зоне Краснодарского края в 2012-2013 гг. получен в варианте с обработкой семян биопрепаратом на основе штамма *B. subtilis* BZR 336g - 16,2 ц/га, а также с биопрепаратом на основе штамма *B. subtilis* BZR 517 - 8,4 ц/га. При ориентировочной стоимости одного литра биопрепарата 200 руб. чистый доход в расчете на 1 га посева в варианте с использованием опытного образца g *B. subtilis* BZR 336 составил 17511 руб., что превысило доходность в контроле в 1,8 раза, производственную рентабельность на 27% (стоимость товарных семян для оценки прибавки урожая принята за 750 руб./ц).

Применение новых биофунгицидов в технологиях производства озимой пшеницы обеспечивает получение экологически безопасного дополнительного урожая (25-48%) и является экономически оправданным (рентабельность 63 и 88%).

Установлено, что биофунгициды на основе *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR517 совместимы с большинством гербицидов и инсектицидов, рекомендуемых в настоящее время для использования в системах интегрированной защиты озимой пшеницы. Это позволяет применять их в сложных композиционных составах для протравливания семян и обработки вегетирующих растений озимой пшеницы с целью защиты их от комплекса вредных организмов.

Выводы

Введение в систему интегрированной защиты озимой пшеницы новых биофунгицидов будет способствовать увеличению урожая и повышению качества зерна, возможности отказа от использования ряда дорогостоящих пестицидов; повышению плодородия почв, оздоровлению почвенной микробиоты; возможности переориентации хозяйств на производство экологически безопасной продукции. Разработка и внедрение новых биофунгицидов будет способствовать значительному снижению хемотропной нагрузки и оздоровлению экологической обстановки в АПК России.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (ГК № 14.М04.12.0012 от 27 июня 2014 г.).

Список литературы:

1. Штерншис, М.В. Тенденция развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России / М.В. Штерншис // Вестник Томского ГУ. Биология. - 2012. - № 2 (18). - С. 92-100.
2. Дятлова, К.Д. Микробные препараты в растениеводстве / К.Д. Дятлова // Соросовский образовательный журнал. - 2001. - № 5. - С. 17-22.
3. Маслиенко, Л.В. Обоснование и разработка микробиологического метода борьбы с болезнями подсолнечника: автореф. дис. ... док. биол. наук. / Л.В. Маслиенко. - Краснодар, 2005. - 49 с.
4. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов. Патент на изобретение RUS 2553518 20.11.2013 / Асатурова А.М., Дубяга В.М.
5. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 517 для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов. Патент на изобретение RUS 2552146 20.11.2013 / Асатурова А.М., Дубяга В.М.
6. Асатурова, А.М. Отбор перспективных агентов биологического контроля для защиты озимой пшеницы от возбудителей фузариоза / А.М. Асатурова, В.М. Дубяга, Н.С. Томашевич, М.Д. Жарникова // Научный журнал КубГАУ. - 2012. - № 75(01). - С. 824-835.
7. Асатурова А.М. Изучение влияния бактериализации семян на рост и развитие растений озимой пшеницы / А.М. Асатурова, В.Д. Надыкта, В.Я. Исмаилов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 85. - С. 43-56.
8. Асатурова, А.М. Физиологические признаки бактерий рода *Bacillus* - перспективных продуцентов биопестицидов / А.М. Асатурова, А.И. Хомяк, Н.С. Томашевич и др. // Наука Кубани. - 2014. - № 1. - С. 12-15.
9. Асатурова, А.М. Опытные образцы новых бактериальных биопрепаратов для снижения вредоносности экономически значимых болезней на озимой пшенице / А.М. Асатурова, Н.С. Томашевич, М.Д. Павлова и др. // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2015. - Т. 1. - № 8. - С. 732-733.
10. Хомяк, А.И. Оптимальные условия культивирования новых бактерий рода *Bacillus*, перспективных для разработки на их основе биофунгицидов / А.И. Хомяк, А.М. Асатурова, Т.М. Сидорова // В сборнике: Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем. Материалы докладов, представленных на 8-ю Международную конференцию. - 2014. - С. 298-301.
11. Асатурова, А.М. Спектр антифунгальной активности перспективных штаммов-продуцентов биопрепаратов / Асатурова А.М., Сидорова Т.М., Сидоров И.А. и др. // В сборнике: Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем. Материалы Международной научно-практической конференции: посвящается 125-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Под редакцией академика РАСХН В.Д. Надыкты, к.б.н. В.Я. Исмаилова. - 2012. - С. 167-169.

12. Хомяк, А.И. Разработка технологии получения нового экологически безопасного биофунгицида на основе бактерий *Bacillus subtilis* для защиты озимой пшеницы от экономически значимых болезней / А.И Хомяк, А.М. Асатурова // Молодой ученый . - 2015. № 9-2(89) . - С. 82-83.

УДК 631.416.2: 631.423: 631.445.1

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ КУСТИСТОСТИ

Белоусов И.Е., кандидат сельскохозяйственных наук,

Кремзин Н.М., кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,

350921, г. Краснодар, Россия

E-mail: igor_bel06@mail.ru

В условиях полевого и производственного опытов изучена эффективность некорневых подкормок комплексными удобрениями полиэлементного состава. Установлена высокая эффективность этого технологического приема, особенно на высокообеспеченных азотом, раскустившихся посевах. Отмечено, что прибавка урожая получена, прежде всего, за счет улучшения условий созревания боковых побегов, которые являются мощным резервом для реализации потенциала возделываемых сортов.

Ключевые слова: рис, минеральное питание, некорневая подкормка, урожайность, кущение, элементы структуры.

Efficiency of foliar applications with complex fertilizers with polyelement composition was studied under conditions of field and farm scale trials. The high efficiency of this processing method was determined, especially on tillered crops, highly provided with nitrogen. It was noted that yield increase is obtained primarily due to improving conditions for maturation of side sprouts, which are a powerful reserve for realization of potential of cultivated varieties.

Key words: rice, mineral nutrition, foliar application, yield, tillering, structure elements

Введение

Одним из важнейших факторов получения стабильно высоких урожаев риса является обеспечение полного и сбалансированного минерального питания растений. Районированные в производстве интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, остро реагируя при этом на дефицит того или иного элемента. Особое значение имеют при этом азот, фосфор и калий.

Азот является источником для синтеза белков, он наиболее интенсивно поглощается растениями в периоды максимального роста и образования генеративных органов. Максимум потребления рисом азота приходится на фазу кущения и продолжается в течение всего вегетационного периода [1, 2, 3].

Фосфор регулирует процессы дыхания и переноса энергии. Растения риса наиболее чувствительны к недостатку этого элемента питания в раннем возрасте, когда имеют слаборазвитую корневую систему и не могут извлекать фосфор из почвы в необходимых им количествах. При недостатке фосфора наблюдаются нарушения в белковом обмене, корневая система развивается слабо, кущение запаздывает, а метелка получается малоозерненной [1, 2, 3].

Калий способствует передвижению углеводов, обеспечивая благоприятные условия для протекания синтетических процессов. Этот элемент в больших количествах потребляется рисом в первой половине его вегетации. Поэтому важно обеспечить растения достаточным количеством калия начиная с фазы всходов [1, 2, 3].

Оптимальное питание растений риса калием особенно важно при формировании генеративных органов. В это время наблюдается снижение содержания подвижного калия в почве, в связи с чем рис отзывчив на проведение калийных подкормок.

Установлено, что снижение доз фосфорных и (или) калийных удобрений ниже оптимальных, или их исключение из системы удобрения приводит к уменьшению урожая [4]. При этом понижение доз вносимых в основной прием удобрений можно компенсировать за счет некорневой подкормки комплексными удобрениями, содержащими в своем составе эти элементы [5]. Сочетание внесения удобрений в основной прием с корневыми и некорневыми подкормками комплексными удобрениями позволяет повысить их эффективность за счет обеспечения сбалансированности минерального питания растений и компенсации недостатка тех или иных элементов.

Ранее установлено, что внесение в некорневую подкормку комплексных удобрений обеспечивает существенный рост урожая при незначительных дополнительных затратах на их применение [6]. Немаловажным достоинством приема является его полная совместимость с существующей технологией выращивания риса – подкормка не требует отдельной технологической операции, т. к. по срокам проведения совместима с мероприятиями по химической защите растений от сорной растительности и заболеваний.

Материалы и методы

Исследования проводили в условиях полевого и производственного опытов. Сорта риса – Диамант, Виктория. Схемы опытов приведены в соответствующих таблицах.

Минеральные удобрения в полевом опыте вносили: фосфорное и калийное – до посева полной дозой, азотное – дробно: N_{46} в основной прием (до посева) и N_{69} в подкормку в фазу кущения (5-6 листьев). Комплексные удобрения вносили в некорневую подкормку в фазу кущения (6-7 листьев): в полевом опыте – малообъемным ранцевым опрыскивателем, в производственном – авиацией, совместно с фунгицидами.

Атланте Плюс (Ат) – жидкое удобрение, содержащее 18% фосфора и 16% калия в форме фосфита калия (KH_2PO_3), салициловую кислоту и бетаины. Способствует выработке защитных механизмов на клеточном уровне, снижающих влияние стрессовых факторов на метаболизм растений. Обеспечивает балансировку минерального питания растений, устраняет дефицит фосфора и калия.

Схема применения удобрений в производственном опыте – принятая в хозяйстве. Фосфорное удобрение (аммофос) внесено в основной прием дозой P_{25} . Азотное удобрение вносилось дробно, в 2 подкормки: N_{46} – в фазу 3-4 листа и N_{69} – в кущение (5-6 листьев).

Нутри-Файт РК – multifunctional удобрение для некорневой подкормки, содержит 28% P_2O_5 и 26% K_2O . Активирует вторичный обмен веществ, содействует лучшему поступлению питательных веществ в растение, повышает иммунитет, жизнеспособность и стресс-устойчивость.

Спартан – кондиционер воды с турбо-эффектом. Оптимизирует жесткость воды, повышает проникновение действующих веществ, усиливает прилипание и дождестойкость.

Технология возделывания в опытах – согласно рекомендациям ВНИИ риса [7]. Режим орошения – укороченное затопление.

Учеты, наблюдения, анализы проводили по общепринятым методикам [8].

Результаты

Одним из ключевых условий достижения планируемой урожайности риса является получение равномерных всходов. При этом применяемый разбросной способ сева с минимальной заделкой семян и укороченный режим затопления создают необходимые предпосылки для повышения полевой всхожести семян, что, как правило, приводит к получению загущенных посевов. В итоге запланированных к внесению доз минеральных удобрений при высокой густоте стояния растений может оказаться недостаточно, что может привести к недобору урожайности. В таких условиях некорневая подкормка

фосфорно-калийным комплексным удобрением в фазу кущения устраняет недостаток минерального питания растений.

Эффект от вносимых в некорневую подкормку удобрений, как правило, носит комплексный характер, т. е. влияние удобрения проявляется через ряд взаимосвязанных показателей. Известно, что некорневая подкормка является эффективным способом влияния на обеспеченность растений легкоусвояемым минеральным питанием. Наличие в удобрении фосфора повышает энергетический статус растения, способствуя более активной утилизации азота; легкодоступный калий стимулирует транспорт элементов питания внутри растительных органов.

Некорневая подкормка фосфорно-калийными комплексными удобрениями повышает энергетический статус растений риса, способствуя активации процессов поступления в растения элементов минерального питания, в том числе и азота, о чем свидетельствуют результаты экспресс-контроля азотного статуса растений. Это указывает на обеспечение сбалансированности минерального питания и благоприятно влияет на формирование урожайности.

Таблица 1. Урожайность зерна риса в зависимости от доз и сочетаний однокомпонентных и комплексных удобрений, т/га (полевой опыт)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	
		к N ₁₁₅	к соответствующему фону
N ₁₁₅	7,04	-	-
N ₁₁₅ + Ат, 1,0 л/га	7,38	0,34	0,34
N ₁₁₅ P ₅₀	7,48	0,44	-
N ₁₁₅ P ₅₀ + Ат, 1,0 л/га	7,79	0,75	0,31
N ₁₁₅ P ₅₀ K ₃₀	7,90	0,86	-
N ₁₁₅ P ₅₀ K ₃₀ + Ат, 1,0 л/га	8,13	1,09	0,23
НСР ₀₅	0,244		

Как следует из представленных данных (табл. 1), решающим фактором, определившим величину полученного урожая, была сбалансированность минерального питания. Наименьшая урожайность была отмечена при внесении только азотного удобрения (N₁₁₅), она составила 7,04 т/га. Сочетание азота и фосфора обеспечило прирост урожайности на 0,44 т/га. Наибольший рост урожайности отмечен при внесении полного минерального удобрения: его прибавка составила 0,86 т/га.

Некорневая подкормка фосфорно-калийным комплексным удобрением обусловила рост урожая у всех изучаемых сочетаний минеральных удобрений. Однако прибавка урожайности была невысокой и составила в среднем 0,23-0,34 т/га. Выявить причины невысокой эффективности проведенной некорневой подкормки позволяет анализ элементов структуры урожайности (табл. 2).

Таблица 2. Влияние сочетаний однокомпонентных и комплексных удобрений на элементы структуры урожая (полевой опыт)

Вариант	Масса зерна, г.		К кущения	Пустозерность, %
	с растения	1000 зерен		
N ₁₁₅	3,36	26,17	1,0	16,30
N ₁₁₅ + Ат, 1,0 л/га	3,43	26,48	1,0	13,66
N ₁₁₅ P ₅₀	3,29	26,19	1,0	14,76
N ₁₁₅ P ₅₀ + Ат, 1,0 л/га	3,36	26,05	1,0	13,82
N ₁₁₅ P ₅₀ K ₃₀	3,57	26,25	1,0	13,38
N ₁₁₅ P ₅₀ K ₃₀ + Ат, 1,0 л/га	3,67	26,38	1,0	12,51
НСР ₀₅	0,147	0,264		1,074

Как следует из представленных в таблице данных, причиной получения невысоких прибавок урожайности в результате некорневой подкормки является низкая продуктивная кустистость. По всем вариантам опыта она составила один продуктивный побег на растение. Общеизвестно, что некорневая подкормка комплексными удобрениями, содержащими в своем составе фосфор и калий, проведенная в конце фазы кущения, в первую очередь влияет на продуктивность боковых побегов, обеспечивая прирост урожая за счет увеличения массы зерна с них и снижения пустозерности. Влияние ее на продуктивность главной метелки слабее, т. к. к моменту проведения некорневой подкормки она в значительной степени уже сформирована [1, 9].

Так, по данным таблицы 2, отмечено увеличение массы зерна с растения на вариантах с некорневой подкормкой – на 0,07-0,19 г. Масса 1000 зерен варьировала в пределах ошибки опыта. Отмечена тенденция к снижению числа стерильных колосков. Таким образом, величина урожайности в полевом опыте обуславливалась, в основном, массой зерна с растения и величиной пустозерности.

Аналогичные результаты получены в условиях производственного опыта (табл. 3).

Таблица 3. Результаты биометрического анализа, производственный опыт

Вариант	К кущения	Масса зерна, г.			Масса 1000 зерен, г.			Пустозерность, %		
		с главной метелки	с боковых метелок	с растения	с главной метелки	с боковых метелок	с растения	главной метелки	боковых метелок	растения
Контроль (без обработки)	2,1	4,23	3,44	7,67	25,63	25,62	25,63	9,32	13,74	11,34
	1,3	3,36	0,66	4,02	25,66	24,98	25,54	5,77	8,48	6,23
	1,8	5,05	2,07	7,12	25,25	23,56	24,74	8,09	17,69	11,21
	1,0	3,65	-	3,65	26,05	-	26,05	7,66	-	7,66
	1,6	4,07	1,54	5,61	25,65	24,72	25,49	7,71	13,30	9,11
Нутрифайт	2,1	3,42	3,27	6,69	24,91	24,39	24,65	11,24	10,95	11,10
	1,7	3,65	1,74	5,39	25,13	24,22	24,84	11,76	10,61	11,40
	2,0	5,19	3,68	8,88	26,42	26,74	26,55	4,50	2,90	3,85
	1,5	5,82	3,01	8,83	27,28	26,51	27,01	3,16	4,18	3,51
	1,8	4,52	2,93	7,45	25,94	25,47	25,76	7,67	7,16	7,47

Как следует из представленных данных, в среднем по опыту кущение варьировало слабо: оно составило 1,6 побега на растение на контрольном варианте и 1,8 – на опытном. Вместе с тем, в пределах каждого варианта, повторности различались между собой по величине кустистости, а следовательно, по густоте стояния растений к моменту уборки.

Так, на контрольном варианте выявлены участки, на которых кущения практически не было, а урожайность формировалась, в основном, за счет главной метелки. Такие же участки были отмечены и на опытном варианте – хотя на большинстве площадей растения риса сформировали около двух продуктивных побегов. В некоторых повторностях кустистость была значительно ниже (1,5 шт./раст.).

Как следует из приведенных данных, масса зерна с главной метелки растений контрольного варианта составила 4,07 г. Следует отметить, что на загущенных участках, с низкой величиной кущения, она была значительно ниже, чем там, где рис хорошо раскустился. На чеках с некорневой подкормкой масса зерна с главной метелки составила в среднем 4,52 г, т. е. была на 0,45 г. выше. При величине продуктивного стеблестоя порядка 500 шт./м² это дает дополнительно 225 г/м².

Образование боковых побегов является мощным резервом для реализации потенциала возделываемых сортов. В целом по опыту масса зерна с боковых побегов, а, следовательно, и с растения, была выше на варианте с некорневой подкормкой. На чеках с равной величиной продуктивной кустистости этот показатель на контрольном варианте равнялся 2,75 г, в то время как на опытном – 3,48 г. Это свидетельствует об улучшении

условий налива и созревания зерна боковых побегов под влиянием проведенной некорневой подкормки. В целом масса зерна с растения на опытном варианте на 1,84 г. превышала контроль.

Сам по себе факт образования определенного количества боковых побегов не позволяет говорить о его положительном вкладе в величину полученного урожая. Известно, что боковые побеги формируются позже, а условия их созревания зачастую менее благоприятны, чем у главной метелки. Это обуславливает более низкую натуру зерна, т. к. возрастает доля щуплых зерен, а также увеличение числа стерильных колосков. Поэтому при анализе структуры урожая важно учитывать такие показатели, как масса 1000 зерен и величина пустозерности.

Анализ полученных данных показывает, что если масса 1000 зерен на главной метелке была примерно одинаковой (на 0,29 г выше на опытном варианте), то этот показатель для боковых метелок различался уже на 0,73 г. Это свидетельствует об улучшении условий созревания боковых побегов в результате проведенной некорневой подкормки.

Расчет величины пустозерности показал, что проведенная некорневая подкормка резко уменьшила число стерильных колосков на боковых метелках. Она составила 7,67% против 13,30% на контрольном варианте. При этом следует учитывать, что там, где на контрольном варианте растения имели невысокое кущение (1,0-1,3), пустозерность боковых побегов (по сравнению с главным) возрастала незначительно (5,77 и 8,48% соответственно). При числе побегов около 2-х наблюдалось резкое увеличение числа пустых колосков, как на главной метелке (до 8,09-9,32%), так и на боковых (до 13,74 – 17,69%). В то же время у растений опытного варианта такой тенденции не наблюдается – пустозерность боковых метелок такая же, как у главных.

Таким образом, по всем рассмотренным показателям структуры урожая выявлено положительное влияние проведенной некорневой подкормки на продуктивность растений риса: на опытном участке масса зерна, как с растения, так и 1000 зерен, была выше, чем на контроле, а пустозерность – ниже.

Выводы

1. Решающим фактором, определяющим величину полученного урожая, является сбалансированность минерального питания растений. При достаточной обеспеченности растений азотом лимитирующим фактором становится недостаток фосфора и (или) калия.

2. Некорневая подкормка фосфорно-калийными комплексными удобрениями компенсирует дефицит этих элементов в растениях и обеспечивает сбалансированность их минерального питания. Это повышает их азотный и энергетический статус, способствуя более активной утилизации поступающего в растения азота.

3. Некорневая подкормка фосфорно-калийными комплексными удобрениями обусловила получение прибавок урожайности. Ее воздействие зависело от величины продуктивной кустистости: на хорошо раскустившихся посевах эффект от проведенной подкормки был выше.

4. Некорневая подкормка оказала влияние на продуктивность боковых побегов, которые являются мощным резервом для реализации потенциала возделываемых сортов. По всем рассмотренным показателям структуры урожая выявлено следующее положительное влияние: на опытном участке масса зерна, как с растения, так и 1000 зерен была выше, чем на контроле, а пустозерность – ниже.

Список литературы:

1. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
2. Шеуджен, А.Х. Питание и удобрение зерновых культур / А.Х. Шеуджен // Рис. – Краснодар, 2011. – 24 с.
3. Doberman A. Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. – Manila: IRRI, 2000. – 192 p.
4. Белоусов, И.Е. Эффективность калийных удобрений в зависимости от сроков их внесения и уровня обеспеченности калийным питанием / И.Е. Белоусов, В.Н. Паращенко // Рисоводство. – Краснодар, 2012. – № 1(20). – С. 45-50.
5. Белоусов, И.Е. Реализация эффективного плодородия лугово-черноземной рисовой почвы при адаптивном применении минеральных удобрений / И.Е. Белоусов, В.Н. Паращенко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1(22). – С. 59-65.
6. Белоусов, И.Е. Влияние сочетания корневого и некорневого питания фосфором и калием на урожайность риса / И.Е. Белоусов, В.Н. Паращенко, Н.М. Кремзин // Рисоводство. – Краснодар, 2015. – № 1-2 (26-27). – С. 37-42.
7. Система рисоводства Краснодарского края / под ред. Харитонов Е.М. – Краснодар, 2011. – 316 с.
8. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. ч. 2. Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ. 2015. – 703 с.
9. Белоусов, И.Е. Полиэлементное питание как способ реализации потенциала урожайности районированных сортов риса / И.Е. Белоусов, В.Н. Паращенко / Материалы Международной виртуальной конференции «Достижения и перспективы развития селекции и технологий возделывания риса в странах с умеренным климатом». – Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 26-27 ноября 2015 г. – С. 11-17.

УДК 633. 18: 632.938.1: 632.51: 632.93

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ПРОСОВИДНЫХ СОРНЯКОВ - СЕРЬЕЗНАЯ ПРОБЛЕМА В СИСТЕМЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПОСЕВАХ РИСА

**Брагина О.А., кандидат биологических наук,
Караченцев В.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Гергель И.А.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru*

Приведены результаты исследований по развитию резистентности сорных растений в посевах риса и мероприятия по ее преодолению к отдельным группам гербицидов. Предупреждение приобретенной устойчивости заключается в замедлении процесса отбора устойчивых форм и в чередовании препаратов с учетом генетических основ наследования.

Ключевые слова: *резистентность, гербициды, устойчивость, популяции, сорняки, ежовники, биотипы, ацетолактатсинтаза (ALS), механизм действия.*

Development of weeds resistance to certain groups of herbicides and measures to control it. Prevention of acquired resistance is to slow down the process of selection of resistant forms and the alternation of agents basing on the genetic basis of inheritance.

Keywords: *resistance, herbicides, tolerance, populations, weeds, barnyard grass, biotypes, acetolactatsynthasa (ALS), mechanism of action*

Введение

Широкое использование средств химизации в XX веке оказало существенное влияние на мировое земледелие. Современное сельское хозяйство без интегральной защиты растений немыслимо, приоритетную роль в ней занимают гербициды. В последние десятилетия в мировой и отечественной практике все чаще наблюдается проявление устойчивости – резистентности сорняков к применяемым гербицидам, и эта проблема требует пристального внимания и изучения [1].

Резистентность – это приобретенная устойчивость популяции, которая многократно и систематически обрабатывалась одним и тем же гербицидом или гербицидами, сходными по механизму действия. Развитие резистентности – сложный генетический процесс, в ходе которого большинство сорных растений погибает, а индивидуально устойчивые, которые являются мутантами с измененным биохимическим метаболизмом, существовавшим до применения гербицида, выживают и размножаются. Следовательно, источники приобретенной устойчивости – природная индивидуальная устойчивость, гетерогенность популяции, скорость размножения и особенности гербицида как фактора отбора [2].

Развитие резистентности – общебиологический процесс приспособления организмов к меняющимся условиям среды. Международная группа исследователей по изучению сорных растений, проявивших резистентность к гербицидам в период 1995-1999 гг., обобщила данные из 60 стран и выявила 222 биотипа сорняков, устойчивых к гербицидам в 45 странах. На 2008 г. имеется информация о 323 резистентных биотипах, из них 187 видов (112 двудольных и 75 однодольных). В России за период 1975 по 2005 гг. было отмечено 8 видов сорных растений, характеризующихся устойчивостью к гербицидам. В настоящее время зафиксировано 462 резистентных биотипов, из них 248 видов (144 двудольных и 104 однодольных). Зарегистрировано 86 гербицидоустойчивых сорняков в 66 странах [3, 4].

В последние годы наблюдается интенсивное развитие устойчивости сорняков к группе гербицидов ингибиторов фермента ацетолактатсинтазы (ALS) и ацетилкофермент А-карбоксилазы (ACC). Количество устойчивых к названным гербицидам сорняков из наиболее часто встречающихся семейств представлены на рисунке 1 [3].

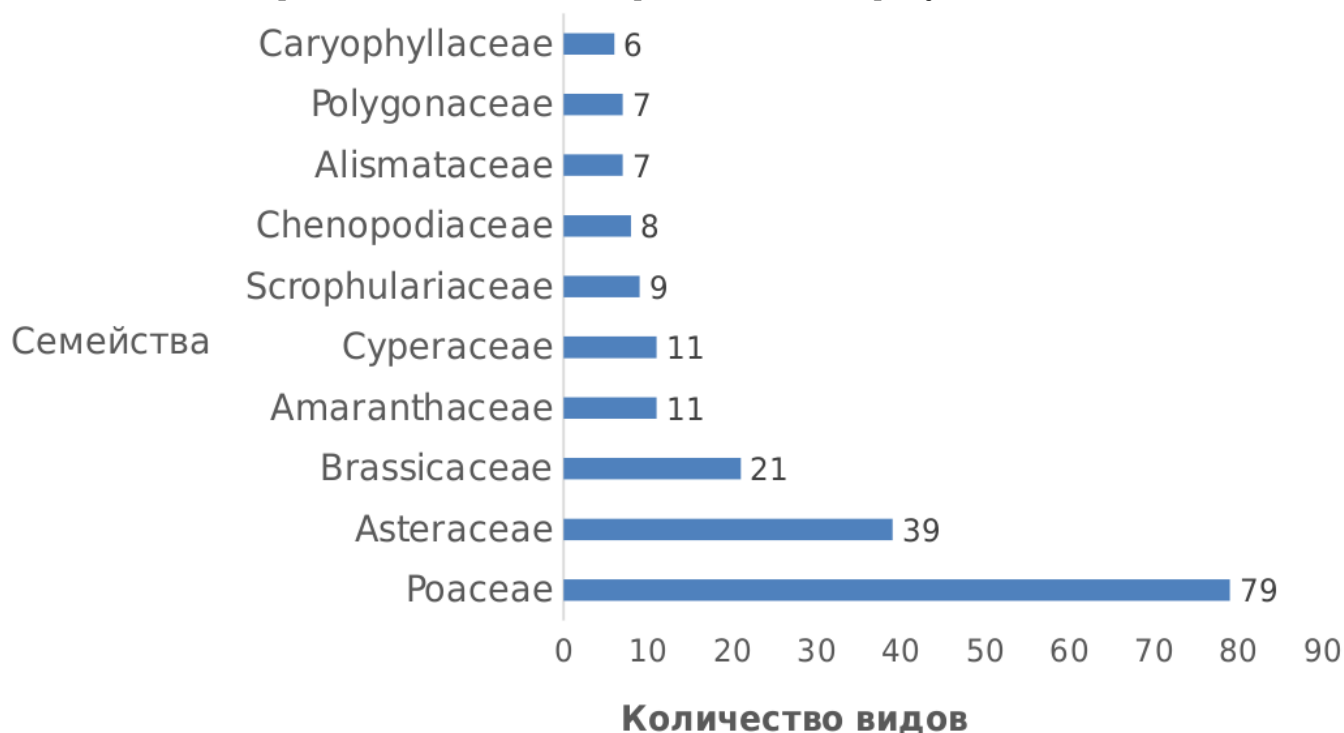


Рисунок 1. Количество устойчивых к гербицидам сорняков по семействам

В последнее десятилетие в отечественную отрасль рисоводства пришли новые гербициды широкого спектра действия, относящиеся к препаратам с ALS-механизмом

действия, которые позволяют однократной обработкой посевов контролировать практически весь спектр сорняков рисовых агроценозов. Но в последние несколько лет с нарастающей интенсивностью стало проявляться снижение эффективности этих препаратов в отношении, в первую очередь, злаковых сорняков – ежовников обыкновенного, рисовидного и бородчатого (*Echinochloa crus galli*, *Echinochloa aoryzoides* и *Echinochloa phyllorogon*). Группа болотных сорняков пока еще достаточно эффективно подавляется, но вопрос с резистентностью этих видов – также дело времени.

Многолетнее применение гербицидов одного спектра действия привело к ситуации, когда к настоящему времени в отдельных рисоводческих хозяйствах Краснодарского края ущерб от сорной растительности стал достигать критических размеров. Причем, следует отметить, что смена одного препарата на другой с тем же механизмом действия, несмотря на различные действующие вещества, не дает желаемого эффекта.

Первое сообщение о резистентности ежовника обыкновенного (*Echinochloa crusgalli*) появилось в Канаде (1978 г.), он был обнаружен в посевах кукурузы. Данный сорняк проявлял устойчивость к группе С1/5 гербицидов-ингибиторов фотосинтеза, системы II. Исследования показали, что эти конкретные биотипы устойчивы к атразину, и они могут быть перекрестно-устойчивыми к другой группе С1/5 гербицидов. В США на посевах риса отмечены резистентные биотипы ежовника обыкновенного, устойчивые к ингибиторам ацетолактатсинтазы (ALS), карбоксилазы (ACC) и ингибиторам фотосинтеза, системы II. Такая же тенденция наблюдается и в других странах (Южная Корея, Япония, Шри Ланка, Таиланд, Турция). Ежовник рисовидный (*Echinochloa oryzoides*), проявивший устойчивость к ингибиторам ацетолактатсинтазы (ALS) и карбоксилазы (ACC), отмечен в Турции и США (Калифорния). С такой же устойчивостью выявлен ежовник бородчатый (*Echinochloa phyllorogon*) во Франции, Южной Корее, США (Калифорния) [3].

Материалы и методы

Для выяснения ситуации с ценозом злаковых сорняков, которая возникла при многолетнем применении гербицидов широкого спектра действия в рисоводческих хозяйствах Краснодарского края, нами был проведен полевой мелкоделяночный опыт на посевах риса по определению биологической эффективности гербицида в борьбе с предположительно устойчивыми разновидностями ежовников. На опытных делянках площадью 2 м² (1 м х 2 м) был произведен ручной подсев семян четырех образцов ежовников из расчета 300 всхожих зерен на 1 м², отобранных в рисоводческих хозяйствах Краснодарского края в 2014 году на участках, где отмечена очень низкая эффективность гербицидов. На контрольном варианте имелся только естественный фон сорной растительности, характерный для опытного поля.

Схема опыта:

1. Контроль – без подсева ежовников
2. Ежовник обыкновенный (Абинский р-н)
3. Ежовник рисовидный (Абинский р-н)
4. Ежовник бородчатый (Абинский р-н)
5. Ежовник рисовидный (Калининский р-н)

В возрасте 3-4 листа у ежовников опытный участок был обработан гербицидом Цитадель 25, МД в максимально разрешенной норме применения 1,6 л/га.

Результаты

Результаты учетов и наблюдений в опыте показали, что препарат не обеспечил эффективного подавления просовидных сорняков, т. е. изучаемые образцы ежовников характеризовались определенной устойчивостью к действующему веществу препарата.

В течение первой недели после обработки гербицидом рост и развитие сорняков замедлились, однако они не прекратились, как это происходит с восприимчивыми образцами, которые практически останавливаются в росте после обработки. В нашем опыте у ежовников отмечались визуальные признаки угнетения от действия препарата –

окраска листьев стала более бледной, по краям листьев появились некротические пятна, однако высота растений в различных вариантах на 7-е сутки после обработки увеличилась на 7,8-10,0 см, а на 15-е сутки – на 21,8-34,9 см.

Следует отметить, что изучаемые ежовники характеризовались очень высокими темпами роста и существенно опережали растения риса уже до обработки гербицидом. Через 15 суток после применения препарата произошло практически полное покрытие делянок сорняками, растения риса оставались в нижнем ярусе, и получить какой-либо урожай зерна риса здесь уже не представлялось возможным.

В связи с низкой эффективностью гербицида и выявлением устойчивости сорняков к его действию на всех вариантах опыта через 45 суток после обработки было проведено полное удаление сорной растительности для предотвращения получения репродукции устойчивых форм и их дальнейшего распространения.

Выводы

Результаты полевого опыта показали, что в популяции ежовников Краснодарского края в последние годы действительно произошел отбор и размножение их резистентных форм к гербицидам с АЛС-механизмом действия. Длительное и систематическое применение данных препаратов в некоторых рисоводческих хозяйствах Краснодарского края привело к серьезному засорению полей этими формами ежовников. Использование современных гербицидов широкого спектра действия на таких полях не обеспечит эффективного контроля просовидных сорняков, в связи с чем в данной ситуации необходимо использовать агротехнические меры борьбы с ежовниками в агрономелиоративном звене рисового севооборота или применять препараты с другим механизмом действия, которые в настоящий период в списке разрешенных к использованию на культуре риса отсутствуют.

В 2016 году завершаются регистрационные испытания двух новых препаратов для борьбы с сорной растительностью на посевах риса. Предварительные результаты испытаний показывают, что благодаря другому механизму действия они эффективно подавляют резистентные формы ежовников. Включение их с 2017 года в перечень разрешенных к использованию препаратов позволяет надеяться на существенное снижение остроты проблемы с резистентными формами ежовников в рисоводстве.

Список литературы:

1. Захаренко, В.А. Резистентность сорных растений к гербицидам / В.А. Захаренко, А.В. Захаренко // Второй всероссийский съезд по защите растений. Фитосанитарное оздоровление экосистем. – Санкт-Петербург, 2005. – С. 23-26.
2. Зинченко, В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В.А. Зинченко. – Москва, 2005. – 231 с.
3. Heap, I.M., The international survey of herbicide resistant weeds [Internet] / I.M. Heap // 2008. – November, 27. – Available online at: [www. Weedscience.org](http://www.Weedscience.org).
4. Брагина, О.А. Резистентность сорняков к гербицидам / О.А. Брагина, И.А. Гергель, В.В. Караченцев // Aktualscience. – 2016. – Том 2. – № 2. С. 41-42.

УДК: 58.002: 58.008: 582.282.19

ВЫДЕЛЕНИЕ ДНК ПИКНИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ - ПАТОГЕНОВ РАСТЕНИЙ ИЗ ГЕРБАРНОГО МАТЕРИАЛА

Гомжина М.М., аспирант, Ганнибал Ф.Б., кандидат биологических наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,
196608, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия,
E-mail: gomzhina91@mail.ru

Для изучения биоразнообразия грибов, в том числе фитопатогенных микромицетов, незаменимыми биоресурсными коллекциями являются микологические гербарии. Целью представленной работы являлось усовершенствование методики экстракции ДНК пикнидиальных грибов (на примере грибов рода *Phoma* в широком понимании) из гербаризованных растений.

Ключевые слова: микологический гербарий, биоразнообразие, фитопатогенные микромицеты, пикнидиальные грибы, экстракция ДНК, *Phoma*.

Herbarium collections are potentially the enormously important biological resources for studies of fungal biodiversity. The aim of this study was modification of DNA extraction method for herbarium specimens of the pycnidial fungal genus *Phoma* s.l.

Key words: mycological herbarium, biodiversity, phytopathogenic fungi, pycnidial fungi, DNA extraction, *Phoma*.

Введение

Фундаментальная и практическая значимость изучения биоразнообразия грибов, в том числе фитопатогенных микромицетов, неоспорима. Адекватная система и номенклатура грибов – патогенов растений – залог успешных исследований в фитопатологии, микогеографии, экологии и эволюции грибов, биотехнологии и т.д. В целях последующего усовершенствования системы защиты растений, безусловно, необходим тщательный анализ биоразнообразия экономически значимых патогенов растений – возбудителей опасных болезней сельскохозяйственных культур и потенциальных агентов биоконтроля сорных растений. Незаменимыми биоресурсными коллекциями, используемыми для изучения биоразнообразия грибов, являются микологические гербарии. В России поддерживается несколько микологических гербариев, насчитывающих в общей сложности несколько сот тысяч образцов.

Гербарные образцы в результате длительного хранения неизбежно утрачивают свои первоначальные свойства. По прошествии десятилетий с момента сбора некоторые из ценнейших образцов уже не могут быть полноценно использованы для морфологических исследований, но чаще всего сохраняют какое-то количество ДНК грибов. Существует потенциальная возможность выделения ДНК микроорганизма из типового или иного репрезентативного образца и последующее секвенирование таксономически значимого участка генома для пополнения баз данных, в том числе в рамках концепции ДНК-штрихкодирования жизни. Биоразнообразие грибов из гербарных образцов представлено в базе данных GenBank очень слабо. Например, 70% нуклеотидных последовательностей микологических образцов гербария Kew не имели соответствия в GenBank (Brock et al., 2013). Таким образом, секвенирование гербарных образцов в будущем может привести к значительному повышению репрезентативности GenBank и расширению возможностей молекулярной идентификации грибов.

Экстракция ДНК грибов из высушенных растений зачастую представляется не совсем простой задачей. Незначительное количество ДНК гриба, механическая прочность тканей

некоторых растений, наличие в них веществ, способных ингибировать ПЦР, не позволяют широко применять стандартные протоколы экстракции. Поэтому актуальным является усовершенствование существующих и разработка набора новых простых и надежных методов экстракции ДНК грибов разных таксономических групп из разнообразного гербарного материала.

На настоящий момент существует несколько методик выделения ДНК из гербарных образцов, однако большая часть этих работ посвящена экстракции ДНК из растений, меньшая – из лишайников и лишь единицы – из грибов. Целью нашей работы являлось усовершенствование методики экстракции ДНК пикнидиальных грибов (на примере грибов рода *Phoma* в широком понимании) из гербаризованных растений.

Материал и методы

Материалом для выполнения работы послужили 16 гербарных образцов пораженных растений. Растения были собраны на территории России в разные годы (с 1847 по 1945 годы). Каждое растение содержало признаки поражения фомоидными грибами – пикнидами структуры, хранящими споры бесполого размножения. Образцы хранятся в микологическом гербарии Всероссийского научно-исследовательского института Защиты Растений (ВИЗР, ЛЕР).

Материалом для выделения ДНК послужили пикниды, находящиеся на поверхности пораженных органов растений (стебли и листья). Пикниды собирали по 10 штук стерильной иглой при использовании бинокулярной лупы, чтобы минимизировать в пробе количество растительной ткани. Этапу экстракции ДНК предшествовал обязательный этап гомогенизации пробы. Гомогенизацию осуществляли с использованием гомогенизатора (Retsch MM400) и стерильного стеклянного песка (стеклянные шарики диаметром 0,2-0,3 мм) при скорости 30 об/с в течение 10 минут. Экстракцию ДНК проводили методом СТАБ/хлороформ согласно стандартному протоколу (Doyle, Doyle, 1990) с некоторыми корректировками. Предваряя гомогенизацию, в пробу добавляли 25 мкл лизирующего СТАБ-буфера, остальной объем буфера (75 мкл) добавляли после гомогенизации. Гомогенизированные пикниды с лизирующим буфером инкубировали при 65 °С как минимум час. Остальные этапы экстракции ДНК (осаждение ДНК, ее очистку и растворение) осуществляли согласно протоколу.

Для качественной оценки результатов экстракции ДНК гриба из гербарных образцов пораженных растений проводили амплификацию последовательности гена внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS). ПЦР-микс содержал: 0,5 мкл нуклеотидов (10мМ), 0,5 мкм каждого праймера (ITS1 и ITS4) (25мкМ), 0,2 мкл taq-полимеразы (5 ед/мкл), 10-кратный буфер для полимеразы, 21 мкл деионизированной воды и 1 мкл ДНК, окончательный объем ПЦР-микса – 25 мкл.

Последовательности ДНК были амплифицированы согласно следующему циклу: преденатурация ДНК при 95 °С в течение 5 минут, денатурация ДНК при 92 °С в течение 50 секунд, отжиг праймеров 55 °С, 40 секунд, элонгация при 72°С в течение 75 секунд, финальный синтез 3-5 минут при 72 °С, хранение при 12 °С, количество циклов – 35.

Визуализацию полученных продуктов производили электрофорезом в 1%-ом агарозном геле с бромистым этидием и маркером GeneRuler 100bp. при 100 V, в течение 60-90 минут.

Результаты

В результате экстракции ДНК грибов рода *Phoma* sp. из гербарных образцов пораженных растений и последующей амплификации последовательности гена внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS), необходимой для качественной оценки результатов экстракции, были сделаны следующие выводы:

- Успешная экстракция ДНК гриба была осуществлена не во всех пробах (рис. 1, стр. 27).

Размер продукта, который получается после амплификации гена ITS, для грибной ДНК составляет 500-600 п. н. Во всех 16 пробах амплифицировался фрагмент большего размера, который, очевидно, относится к растительной ДНК, неизбежно попавшей в некоторых количествах в каждую пробу (размер фрагмента 900-1000 п. н.). Из 16 проб целевой фрагмент обнаруживался в 11 случаях (дорожки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15). Во всех этих случаях констатировали, что экстракция ДНК гриба была проведена успешно. За положительный результат принимали как четко идентифицируемый бэнд (дорожки 1, 2, 3, 10, 11, 12), так и неочевидно светящийся пятно на уровне продукта необходимого размера (дорожки 4, 5, 6, 9, 10).

- Для идентификации целевого фрагмента размером 500-600 п. н. необходимо проводить визуализацию в 1%-ом агарозном геле в течение достаточно длительного времени (минимум 1 час) для того, чтобы продукты, полученные после амплификации растительной и грибной ДНК, успели разойтись.
- Поскольку успешная экстракция ДНК гриба была отмечена не во всех пробах, очевидна необходимость дальнейших исследований и доработок предложенной методики выделения ДНК, чтобы успех проведенных манипуляций отмечался в максимальном количестве проб и чтобы увеличить количество и качество выделенной ДНК гриба.

Выводы

Предложенная методика экстракции ДНК грибов рода *Phoma* sp. из гербарных образцов пораженных растений в целом показала положительный результат. Однако она, несомненно, требует совершенствования. Для ее оптимизации необходимо откорректировать программу амплификации (количество циклов, использование формата touchdown), провести двойную амплификацию, переамплификацию целевых фрагментов, а также использовать другие специфичные для аскомицетов праймеры.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 14-26-00067).

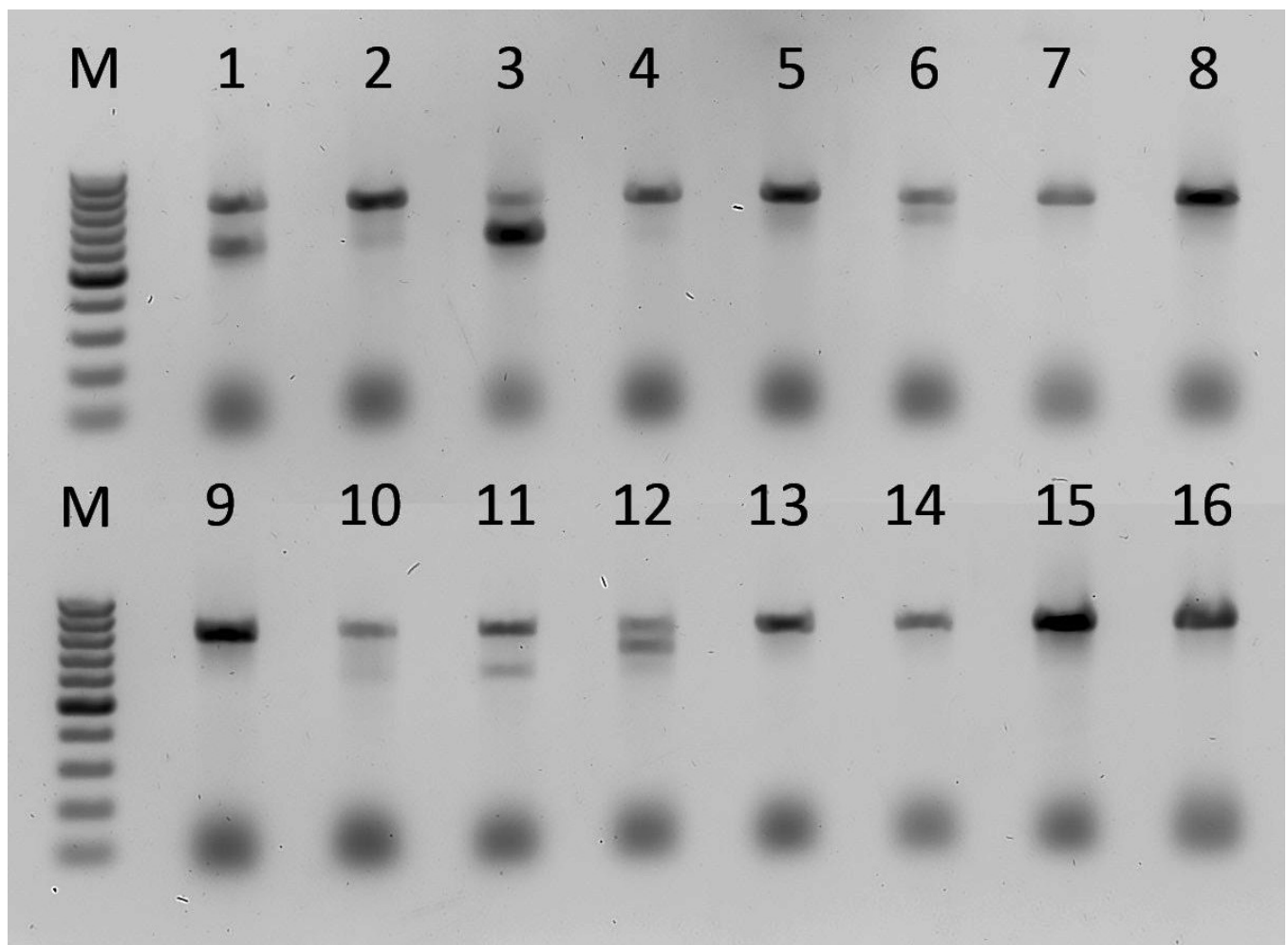


Рисунок 1. Визуализация результатов экстракции ДНК (амплификация последовательности гена ITS с праймерами ITS1/ITS4).

(М – маркер, 1-16 – номера дорожек)

Список литературы:

1. Brock, P.M. How to know unknown fungi: the role of a herbarium / P.M. Brock, H. Döring, M.I. Bidartondo // New Phytologist. – 2009. – V. 181. – P. 719-724.
2. Doyle, J.J. Isolation of plant DNA from fresh tissue / J.J. Doyle, J.L. Doyle // Focus. – 1990. – V. 12. – P. 13-15.

УДК 634.11:576.354.4

АНАЛИЗ МИКРОСПОРОГЕНЕЗА КОЛОННОВИДНЫХ ФОРМ ЯБЛОНИ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В СЕЛЕКЦИИ, НА ПОЛИПЛОИДНОМ УРОВНЕ*

Горбачева, Н.Г. кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

*«Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,
302530, г. Орел, Россия*

E-mail: gorbachevanata81@yandex.ru

Приведен анализ мейоза при микроспорогенезе у двух колонновидных сортов яблони Приокское и Созвездие. Редукционное деление характеризуется правильным течением микроспорогенеза. Процент нарушений на последовательных стадиях мейоза составляет не более 6,2%. По завершению мейоза формируется морфологически нормальная одномерная пыльца. На основании проведенного исследования делается заключение о возможности использования изученных колонновидных сортов яблони в селекции на полиплоидном уровне в качестве отцовских родителей.

Ключевые слова: *яблоня, колонновидность, селекция на полиплоидном уровне, мейоз, микроспорогенез, пыльца.*

The meiosis during the microsporogenesis was analyzed in two columnar apple cultivars 'Priokskoye' and 'Sozvezdie'. The reduction division was characterized by a correct process of the microsporogenesis. The percent of disorders at consecutive stages was not over than 6.2%. Morphologically normal one-sized pollen was formed after meiosis completion. On the ground of the investigation the conclusion was made that the studied columnar apple cultivars could be used as paternal parents in breeding with polyploidy using.

Key words: *apple, columnar trees, breeding on a polyploidy level, meiosis, microsporogenesis, pollen.*

Введение

Колонновидные формы яблони – это совершенно новая биологическая форма растения. Преимущества: ранее вступление в плодоношение (на 3-5 год после посадки), компактный габитус дерева, не требует затрат на обрезку и формирование кроны и др. [1, 2, 3]. Поэтому, несомненно, перспективно включение колонновидных сортов в селекцию на полиплоидном уровне. Включение в гибридизацию в качестве исходных форм доноров диплоидных гамет и колонновидных сортов даст возможность построить в генетическую структуру ген колонновидности-Со, а, следовательно, в перспективе увеличить вероятность отбора форм, сочетающих в себе положительные качества триплоидов с колонновидностью. На данный момент не существует колонновидных сортов с тройным набором хромосом. Создание таких сортов позволило бы повысить товарные качества их плодов и решить проблему периодичности плодоношения. Такие сорта необходимы для возделывания в садах интенсивного типа.

Мейотическое деление при микроспорогенезе у обычных сильнорослых диплоидных сортов яблони описано многократно в работах отечественных и зарубежных ученых [4, 5, 6, 7, 8]. Что же касается диплоидных колонновидных форм яблони, селекция которых развернута лишь в последние десятилетия, в научной литературе сведений о состоянии генеративных структур у них пока нет. Тем не менее для использования их в селекции в качестве исходных форм необходимо изучение цитозамбиологических особенностей их генеративных структур, что позволит более рационально вести селекционную работу.

Материалы и методы

Объектами исследования послужили два диплоидных колонновидных сорта яблони

селекции ВНИИСПК Приокское, Созвездие.

Сорт яблони Приокское [224-18 (SR0523 х Важак) – свободное опыление] – это зимний, устойчивый к парше, колонновидный сорт.

Колонновидный зимний сорт яблони Созвездие создан от скрещивания 224-18 (SR0523×Важак) × 22-34-95 (814×ПА-29-1-163). Плоды средней массы (120 г), вкус – 4,5 балла, внешний вид – 4,3 балла.

Мейоз при микроспорогенезе у колонновидных форм изучали на временных давленных препаратах, окрашенных ацето-гематокселином [9].

Препараты просматривали на микроскопе Nikon 50i с фотокамерой DS-Fi1.

Результаты

Анализ последовательных стадий мейоза у колонновидных форм яблони Приокское и Созвездие показал, что микроспорогенез характеризуется высокой степенью правильности (рис. 1, вкладка к статье).

На всех стадиях мейотического деления отмечено некоторое количество микроспороцитов с нарушениями. Процент клеток с аномальными картинами делений варьирует от 0,3% до 6,2%, в зависимости от стадии мейоза и формы (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика мейоза при микроспорогенезе у колонновидных форм яблони

Стадия мейоза	Созвездие		Приокское	
	% нормальных клеток	% клеток с нарушениями	% нормальных клеток	% клеток с нарушениями
Метафаза-I	95,8	4,2	93,8	6,2
Анафаза-I	98,2	1,8	98,8	1,2
Телофаза-I	99,3	0,7	98,6	1,4
Метафаза-II	97,0	3,0	95,6	4,4
Анафаза-II	98,2	1,8	97,7	2,3
Телофаза-II	98,7	1,3	99,3	0,7
Тетрады	99,7	0,3	98,8	1,2
Пыльца	99,8	0,2	98,0	2,0

У изученных форм отмечается максимальное количество нарушений при первом гетеротипическом и втором гомотипическом делениях мейоза – на стадиях метафаза-I и метафаза-II. У изученных форм яблони количество нарушений от метафазы-I снижается к анафазе-I и телофазе-I за счет того, что забежавшие хромосомы к моменту завершения стадии объединяются с основными группами хромосом и на стадиях телофаза I и II остаются лишь хромосомы, выброшенные за пределы ахроматинового веретена. Эти хромосомы образуют дополнительные ядра на стадиях телофазы, а уже в метафазе-II число аномальных микроспороцитов вновь увеличивается и постепенно снижается к заключительным стадиям деления.

Что касается морфологии нарушений колонновидных форм яблони, она типична, как и для большинства обычных диплоидных сортов (табл. 2).

На стадии метафаза-I отмечены в основном забегания отдельных хромосом раньше основной массы к полюсам веретена деления, в метафазе-II забегания и выбросы.

На последующих стадиях первого и второго делений мейоза в анафазе-I и анафазе-II отмечены отставания хромосом, в некоторых случаях мосты между анафазными группами. В телофазе-I и II наличие микроядер и сверхчисленных ядер.

На стадии тетрад основная масса микроспороцитов представлена правильными тетрадами (рис. 1 ж, стр. 31), только 0,3% клеток у сорта Созвездие составляют диады,

триады, пентады, у сорта Приокского 1,2% - монады, диады и триады (рис. 2, стр. 32).

Таблица 2. Морфология нарушений в ходе мейоза у колонновидных форм яблони

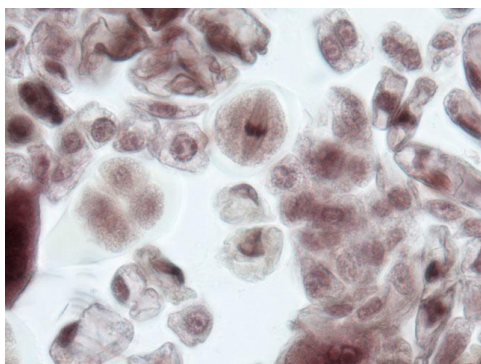
Стадия мейоза	Колонновидные формы яблони	
	Созвездие	Приокское
Метафаза - I	забегания	забегания
Анафаза - I	отставания	отставание, мост
Телофаза - I	микроядра	микроядра
Метафаза - II	забегания, выбросы	забегания, выбросы
Анафаза - II	отставания	отставания, мост
Телофаза - II	микроядра	микроядра, сверхчисленные ядра
Тетрады	диада, триада, пентада	монада, диада, триада

Поскольку у изученных колонновидных форм яблони микроспорогенез протекает с небольшим количеством нарушений на всех стадиях мейоза, а по завершению мейоза формируется 98-99% визуально морфологически нормальных одномерных пыльцевых зерен, то на основании полученных данных можно сделать вывод, что колонновидные формы яблони Созвездие и Приокское вполне могут служить хорошими опылителями при использовании их в селекции яблони на полиплоидном уровне. В интервалентных скрещиваниях диплоидных колонновидных сортов с тетраплоидными формами яблони существует большая вероятность получения компактных по габитусу кроны сортов с триплоидным набором хромосом, пригодных для возделывания в садах интенсивного типа.

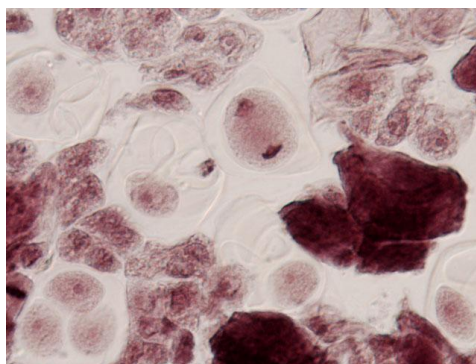
Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-16-00127).

Список литературы:

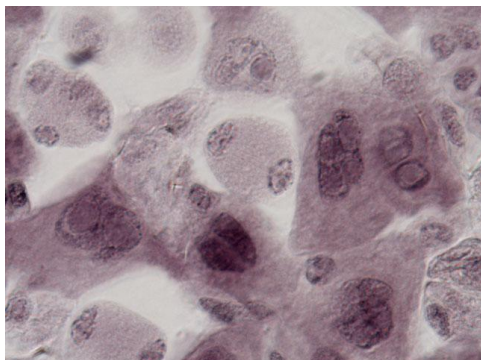
1. Качалкин, М. В. Колонны, которые плодоносят / М. В. Качалкин. – М. – 2008. – 32 с.
2. Кичина, В.В. Колонновидные яблони. Все о яблонях колонновидного типа / В.В. Кичина. – Изд. 2-е. – М., 2006. – 162 с.
3. Седов, Е.Н. Колонновидная яблоня в интенсивном саду / Е.Н. Седов, С.А. Корнеева, З.М. Серова. – Орел: ВНИИСПК, 2013. – 64 с.
4. Константинов, А.В. Мейоз / А.В. Константинов. – Минск: изд-во Белорусского государственного университета, 1971. – 179 с.
5. Крылова, В.В. Изучение биологии гаметогенеза и эмбриогенеза яблони / В.В. Крылова. – Биология оплодотворения и гетерозис культурных растений. – Кишинев: Картя Молдов, 1966. – Вып. 4. – С. 150-183.
6. Крылова, В.В. Эмбриология яблони / В.В. Крылова. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 148 с.
7. Рыбин, В.А. О числе хромосом при соматическом и редукционном делениях у культурной яблони в связи с вопросом о стерильности пыльцы некоторых ее сортов / В.А. Рыбин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1927. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 101-120.
8. Singh, R. Intravarietal polyploidy in the apple (*Malus pumila* Mill) / R. Singh, B.A. Wafai // Euphytica, 1984. – V. 33. – № 1. – P. 209-214.
9. Топильская, Л.А. Изучение соматических и мейотических хромосом смородины на ацето-гематоксилиновых давленных препаратах / Л.А. Топильская, С.В. Лучникова, Н.П. Чувашина / Бюллетень ЦГЛ им. И. В. Мичурина. – 1975. – Вып. 22. – С. 58-61.



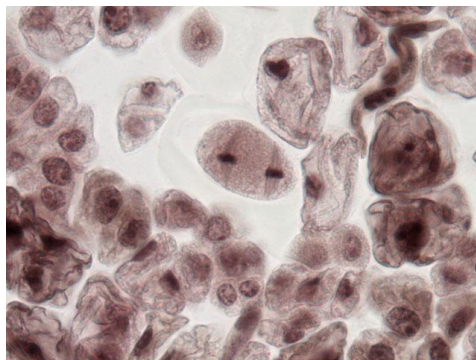
а



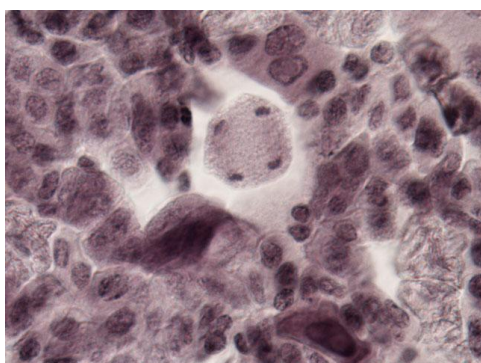
б



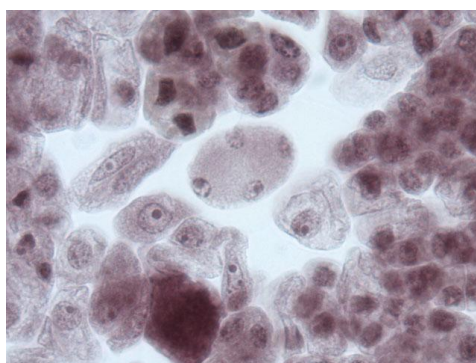
в



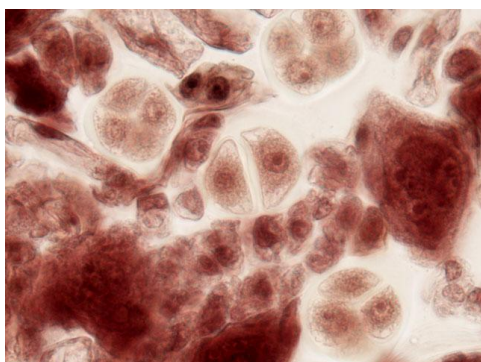
г



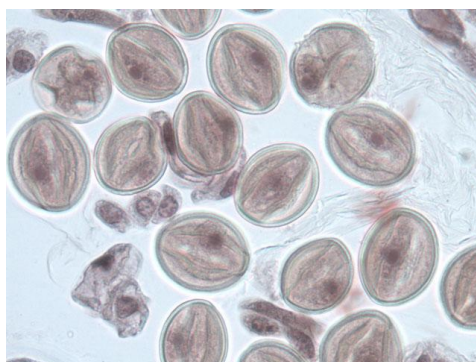
д



е

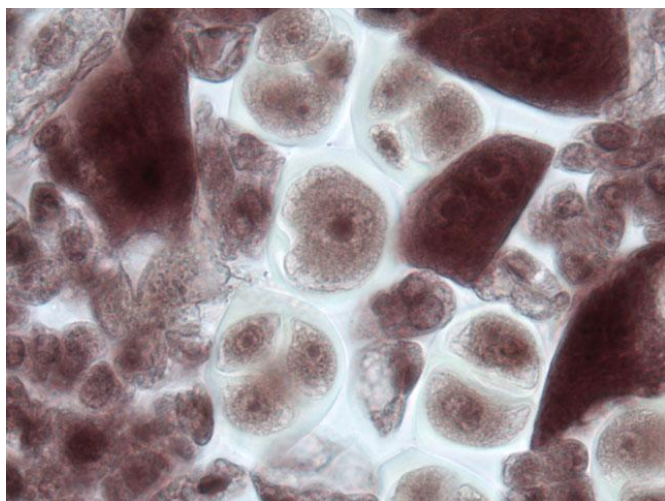


ж

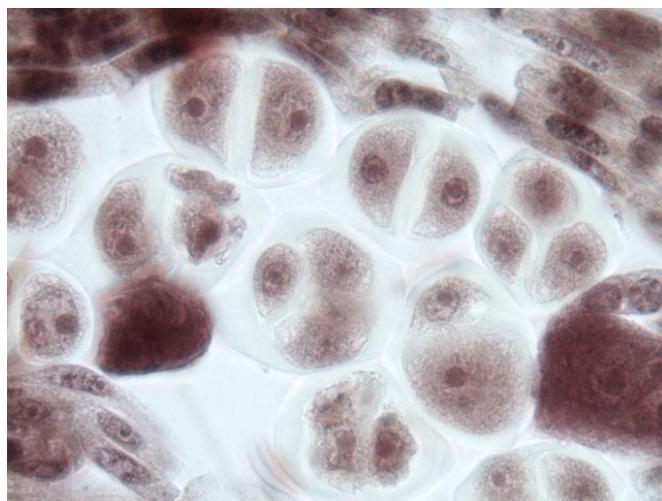


з

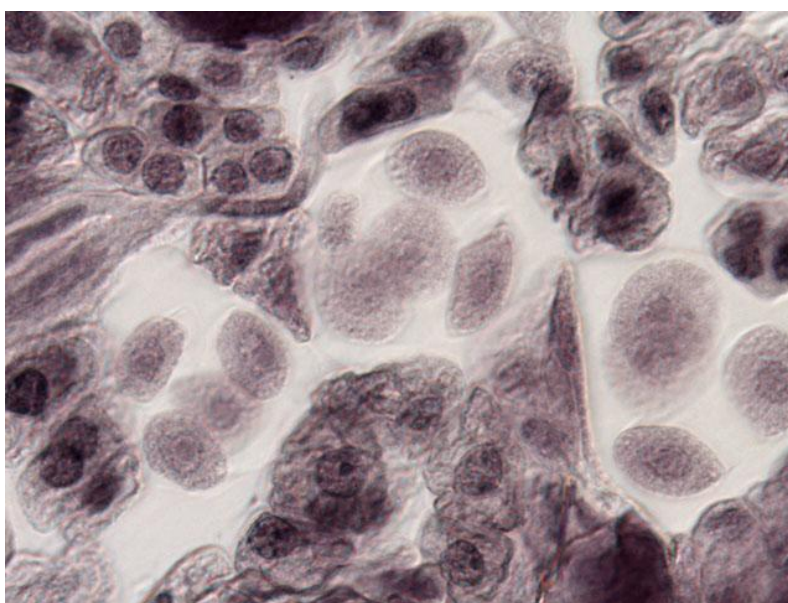
Рисунок 1. Нормальный ход микроспорогенеза у колонновидных сортов яблони
а – метафаза-I, Приокское; б – анафаза- I, Созвездие; в – телофаза-I, Созвездие; г – метафаза-II, Приокское; д – анафаза-II, Созвездие; е – телофаза-II, Приокское; ж – тетрады, Приокское; з – пыльца, Приокское



а



б



в

Рисунок 2. Отклонения на стадии тетрад
а – монада, Приокское; б – диада, Приокское; в – пентада, Созвездие

УДК 633.18: 631.41

ВЛИЯНИЕ БЕССМЕННОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА НА ПОДВИЖНОСТЬ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВЕ

Гуторова О.А., кандидат биологических наук,
Штуц Р.В., Кащиц В.П.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: oksana.gutorova@mail.ru

Исследована подвижность соединений железа по профилю почвы бессменного посева риса и залежи. Выявлено, что длительное использование почвы под рис привело к усилению гидроморфных признаков и перераспределению общего железа вниз по профилю. В почве под бессменным посевом риса и залежью отмечено преимущественное содержание подвижного железа в трехвалентной форме.

Ключевые слова: рисовая почва, бессменный посев риса, залежь, соединения железа.

Mobility of iron compounds in soil profile with rice monoculture and layland was studied. It was found that long use of soil for growing rice led to increasing of hydromorphic traits and redistribution of total iron down by profile. In soil with rice monoculture and layland preferential content of mobile iron in the trivalent form was found.

Key words: rice soil, rice monoculture, layland, iron compounds.

Введение

Железо – один из распространенных химических элементов в почве. Его накопление связано с выветриванием первичных минералов почвообразующих пород, а различие содержания железа в почве и породах обусловлено составом железосодержащих минералов [1]. Изменчивость соединений железа в зависимости от условий почвообразования, их роль в жизнедеятельности растений и микроорганизмов определяют повышенный интерес к железу как диагностическому показателю, характеризующему многие почвенные процессы.

Для железа характерно неравномерное распределение в почвенных горизонтах. Это проявляется в форме скоплений или новообразований, имеющих форму выцветов, примазок, точек, различного рода конкреций. Свободные окислы железа встречаются в виде конкреций, иллювиальных отложений в горизонтах В или равномерно распределены в пахотных почвах. По мнению Т.А. Зубковой и Л.О. Карпачевского, это связано с их высокой поглощательной способностью [2]. Накопление гидроокиси железа приводит к ожелезнению почвенного профиля и придает ему разные оттенки бурого цвета. Процессы окисления и восстановления железа сопровождаются изменениями качественного состава и свойств ряда соединений почвы, в частности фосфатов железа и металлорганических комплексов [3].

Генезис рисовых почв связан с трансформацией соединений железа и их перемещением в почвенном профиле. Многочисленные исследования показывают большую роль окислительно-восстановительных процессов в превращениях соединений железа в почве рисовых полей. При этом преимущественное значение имеют ионные формы Fe^{3+} и Fe^{2+} , поскольку они в большей степени подвержены химическим превращениям. Почвы под рисом по своим физическим, физико-химическим и химическим свойствам (щелочная реакция среды, повышенная подвижность гумуса и содержание подвижных форм фосфора, марганца и угольной кислоты, наличие свободного $CaCO_3$) способствуют образованию дефицита доступного растениям железа. Поглощение железа растениями осуществляется метаболическим путем из почвенного раствора, хотя оно

может также адсорбироваться твердой фазой почвы в виде Fe^{3+} и Fe^{2+} и в форме хелатов [4-6].

Цель работы

Исследовать влияние длительного использования почвы под посев риса на трансформацию соединений железа.

Методика исследований

Для выполнения поставленной цели на территории землепользования ЭСП «Красное» Красноармейского района Краснодарского края были заложены почвенные разрезы на участках бессменного посева риса (монокультура, 67 лет) без внесения удобрений и залежи, не используемой в рисовом севообороте. По почвенно-географическому районированию территория исследуемого района относится к Приазово-Предкавказской почвенной провинции степной зоны обыкновенных и южных черноземов, почвенного округа низовьев р. Кубани с распространением почв лугово-степного и лугового типов. Район расположен на древней дельтовой аккумулятивно-аллювиальной равнине р. Кубань. Природные условия почвообразования характеризуются умеренно-континентальным климатом; большой суммой положительных температур свыше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($3600\text{ }^{\circ}\text{C}$); сравнительно малым количеством осадков (КУ 0,3-0,4); неоднородным рельефом – грядкообразные приеричные повышения, равнинные пространства и депрессии; нешироким разнообразием почвообразующих пород, представленных современными аллювиальными отложениями различного гранулометрического состава; произрастанием в прошлом лугово-степной растительности и довольно высоким уровнем залегания грунтовых вод – в летне-осенний период – 1,5-2,5 м [7].

В образцах почвы, отобранных по выделенным генетическим горизонтам почвенного профиля, определяли содержание общего железа атомно-абсорбционным методом и двух- и трехвалентного железа по Казариновой-Окниной в модификации Коптевой, сумму восстановленных продуктов – по Старжис-Неунылову в модификации Бутова, $\text{pH}_{\text{вод}}$ – потенциометрическим методом [8, 9]. Морфологический анализ почвы проводили по общепринятой методике [10].

Результаты

В морфологических свойствах почвы отражаются протекающие почвообразовательные процессы и уровень её плодородия. Почва бессменного посева риса и залежи обладают профилем типа $A_{\text{пах}}$; $A_{\text{д}}$ – A – AB_1 – AB_2 – B – C с хорошо выраженной дифференциацией на почвенно-генетические горизонты (рис. 1, 2). Последние отличаются друг от друга цветом, структурой, сложением и другими морфологическими признаками. Залежь характеризуется наличием гумусово-аккумулятивного поверхностного горизонта ($A_{\text{д}}$), сформированного под травянистой растительностью и состоящего на половину по объему из живых корней растений. В отличие от нее профиль рисовой почвы имеет измененный продолжительной обработкой поверхностный горизонт ($A_{\text{пах}}$). Почвообразующими породами исследуемых почвенных разрезов являются аллювиальные отложения, характеризующиеся грязно-палевой окраской, наличием карбонатных конкреций и неодинаковым гранулометрическим составом. Горизонт C рисовой почвы – среднесуглинистый, залежи – тяжелосуглинистые.

В условиях бессменного посева риса морфологическое изучение профиля показало наличие в пахотном горизонте конкреций полуторных оксидов в форме ржаво-бурых пятен и прожилок ржавчины. Линия вскипания от 10%-ной HCl на рисовой почве была ниже по сравнению с залежью, что соответствовало снижению глубины залегания карбонатов. Реакция почвы пахотного слоя монокультуры риса близка к нейтральной (6,55 ед.), верхних горизонтов $A_{\text{д}}$ и A залежи – слабощелочная и щелочная (7,20 и 8,15 ед. соответственно). Вниз по профилю почвы реакция среды возрастала, достигая в почвообразующей породе 8,30-8,34 ед.

Морфологические признаки оглеения нижних горизонтов почвы исследуемых разрезов слабо выражены. Признаки гидроморфизма в виде черных потеков от сульфидов

вдоль живых и отмерших корневищ тростника были обнаружены в почвенном профиле залежи. В период затопления рисовых полей участок залежи также испытывает подтопление. На кратковременное его переувлажнение указывало произрастание влаголюбивой сорной растительности – осота, тростника, камыша.

Бессменное возделывание риса привело к обеднению железом пахотного горизонта почвы. Общее содержание железа уменьшилось на 10% по сравнению с участком залежи. При этом по профилю рисовой почвы оно распределялось неравномерно. Максимальное содержание было в подпахотном горизонте и почвообразующей породе. В условиях залежи, напротив, наибольшее содержание железа отмечено в верхних горизонтах, а вниз по профилю снижалось (рис. 1, стр. 36).

Большую роль в развитии окислительно-восстановительных процессов почв рисовых полей играет подвижное железо, состоящее из трехвалентных и двухвалентных соединений. Данные по содержанию и распределению по профилю подвижного железа свидетельствуют о преимущественном накоплении трехвалентной формы (Fe^{+3}). С увеличением глубины профиля как рисовой почвы, так и залежи, содержание Fe^{+3} постепенно снижалось.

Наибольшее накопление восстановленного железа (Fe^{+2}) наблюдалось в верхней части почвенной толщи. При этом в условиях бессменного возделывания риса двухвалентная форма железа преобладала в верхнем слое, а вниз по профилю почвы заметно уменьшалась. На участке залежи аккумуляция Fe^{+2} отмечена в горизонтах A_d и AB_2 , где сосредоточена основная масса растительных остатков и корневищ тростника (рис. 2, стр. 36).

Аналогичная закономерность наблюдалась и в распределении по почвенному профилю суммы восстановленных продуктов. Исследуемые участки почвы не различались сильно по их содержанию. При этом в профиле под монокультурой риса максимальное количество восстановленных соединений отмечено в пахотном ($A_{\text{пах}}$) и подпахотном горизонтах (A), а в профиле под залежью – в системе горизонтов A_d+AB_2 .

Исследования показали, что участки почвы под монокультурой риса и залежью сильно не различались по сумме подвижного железа ($\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$) так же, как и по содержанию восстановленных продуктов. Но тем не менее наибольшее количество $\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}$ отмечено в профиле почвы бессменного посева риса (горизонты $A_{\text{пах}}$ и A).

В профиле залежи содержание подвижных форм соединений железа было достаточно высоким. Это можно объяснить тем, что вокруг корневищ тростника и пор структурных отдельностей почвы скапливаются подвижные органические вещества. Это обуславливает образование водорастворимых железоорганических комплексов, которые могут свободно мигрировать в почвах с нейтральной и щелочной средой [11]. При этом немаловажное значение оказывают погодные условия, активно воздействующие на режим влажности почвы, ее микробиологическую деятельность, передвижение подвижных соединений, в том числе и железа. Эти факторы воздействуют и на рисовое поле, однако их влияние на почву сглаживается обстоятельствами практически ежегодного избыточного увлажнения, которые и определяют течение окислительно-восстановительных процессов [12].

В почвах рисовых полей роль железа не ограничивается только его участием в почвообразовательных процессах. В затопленной почве под рисом возникает недостаток кислорода, приводящий к реакциям восстановления железа и образования сероводорода. Последний нейтрализуется оксидом двухвалентного железа, переходя в сернистые соли железа. Это уменьшает вредное действие сероводорода на растение риса и предохраняет от вымывания из пахотного слоя железа и серы, необходимых для роста и развития риса.

Выводы

Длительное использование почвы под культуру риса привело к усилению гидроморфных признаков и перераспределению общего железа вниз по почвенному профилю. Такие процессы на рисовых почвах не желательны, так как обуславливают деградационные изменения – приводят к потере железа из пахотного слоя. Признаки

гидроморфизма достаточно сильно выражены на участке залежи, не используемой под посевы риса. Об этом свидетельствуют данные по содержанию подвижного железа и морфологическое описание почвенного профиля. В обоих почвенных разрезах наблюдалось повышенное содержание подвижного железа преимущественно в трехвалентной форме.

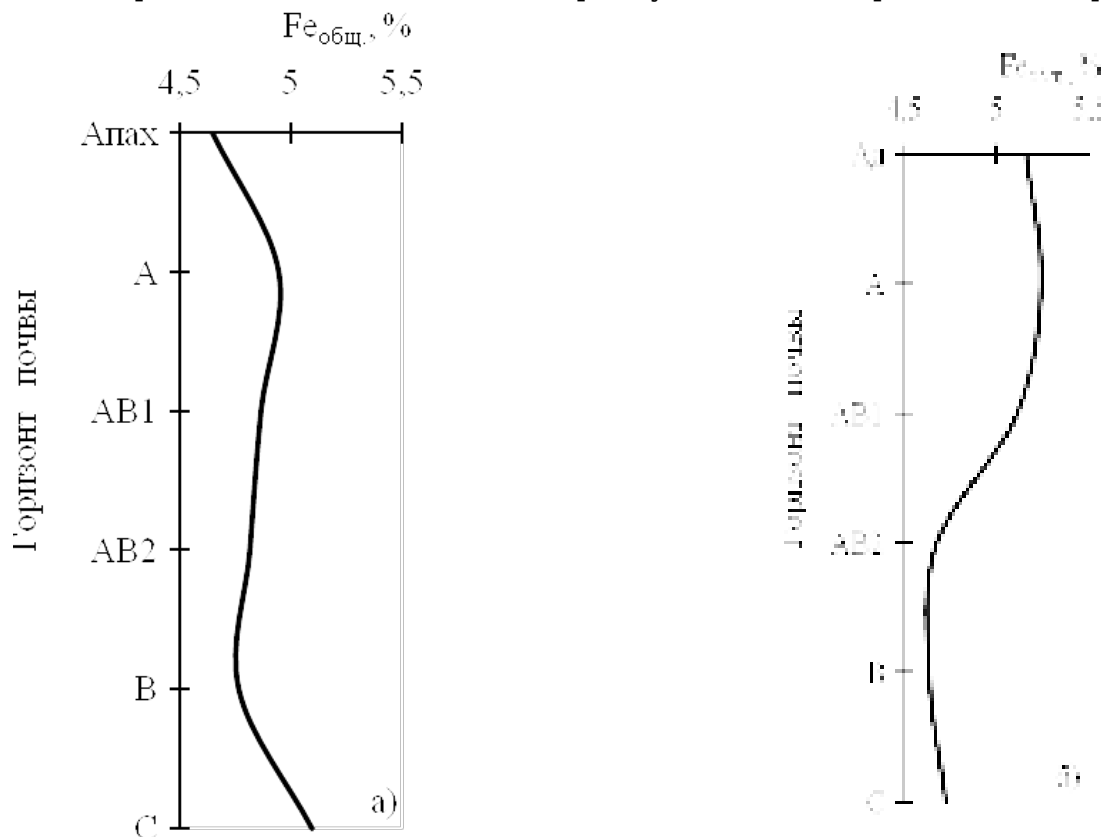


Рисунок 1. Содержание общего железа в почвенном профиле бессменного посева риса (а) и залежи (б)

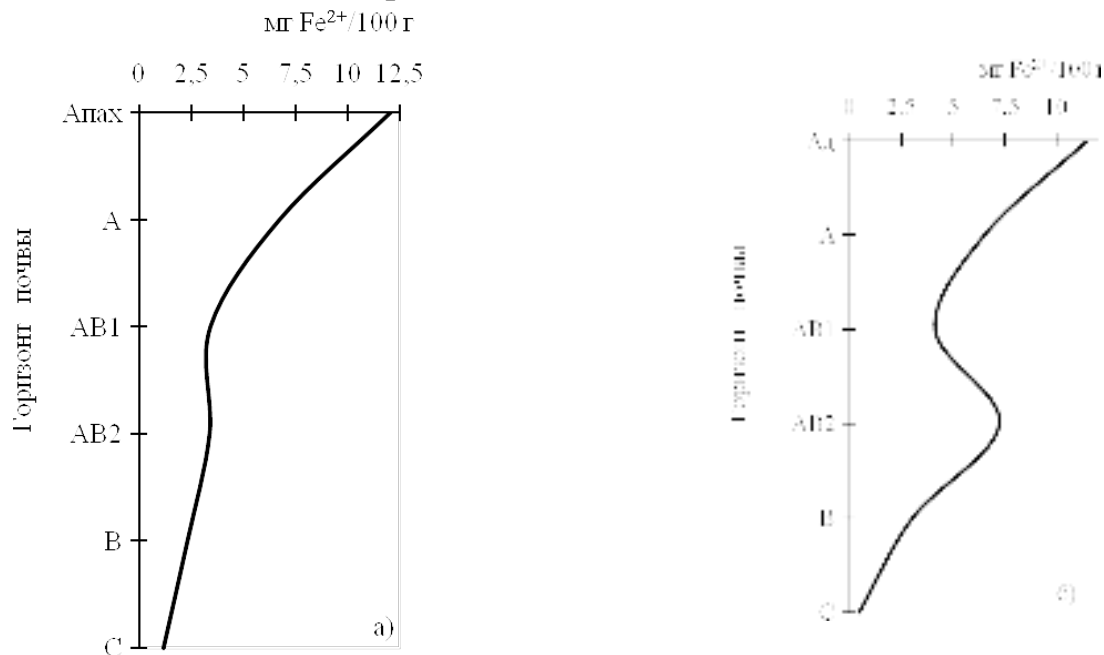


Рисунок 2. Содержание двухвалентного железа в почвенном профиле бессменного посева риса (а) и залежи (б)

Список литературы:

1. Зонн, С.В. Железо в почвах / С.В. Зонн. – М.: Наука, 1982. – 207 с.
2. Зубкова, Т.А. Матричная организация почв / Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский. – М.: Рузаки, 2001. – 296 с.
3. Ершов, Ю.И. Окислительно-восстановительные условия и содержание железа в почвах поймы Нижнего Амура / Ю.И. Ершов // Глеевые процессы и физико-химические свойства почв юга Дальнего Востока. – Владивосток, 1980. – С. 23-36.
4. Шеуджен, А.Х. Железо в питании и продуктивности риса / А.Х. Шеуджен, В.В. Прокопенко, Т.Н. Бондарева, М.Н. Броун. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 152 с.
5. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
6. Гуторова, О.А. Трансформация соединений железа в почве рисовых полей / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен, А.Н. Марущак // Вісник аграрної науки, 2013. – № 11. – С. 44-46.
7. Гуторова, О.А. Подвижность водорастворимого органического вещества почвы при возделывании риса / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен, А.Г. Ладатко // Доклады РАСХН, 2012. – № 1. – С. 28-30.
8. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
9. Бутов, А.К. Модификация методики определения количества восстановленных продуктов в почве / А.К. Бутов // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1973. – Вып. XI. – С. 71-73.
10. Розанов, Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы / Б.Г. Розанов. – М.: Академический проспект, 2004. – 432 с.
11. Кауричев, И.С. Общие черты генезиса почв временного избыточного увлажнения / И.С. Кауричев, Е.М. Ноздрунова // Новое в теории оподзоливания и осолодения почв. – М.: Наука, 1974. – С. 45-61.
12. Бочко, Т.Ф. Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей Кубани / Т.Ф. Бочко, К.М. Авакян, А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов, И.Д. Черниченко, В.П. Суетов. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2002. – 52 с.

УДК 633. 161: 631. 52

ВЛИЯНИЕ АЛЛЕЛЬНОГО ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ RPD И VRN НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

¹Донцова А.А., кандидат сельскохозяйственных наук,

²Потокина Е.К., доктор биологических наук

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
им. И.Г. Калинин, 347740, Зерноград, Россия,

²ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов им. Н.И. Вавилова,
190000, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: ¹ doncova601@mail.ru , ² e.potokina@vir.nw.ru

В статье представлены результаты молекулярного скрининга сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения на наличие аллельного полиморфизма генов Rpd-H1, Rpd-H2 (определяют реакцию растений ячменя на длину дня), Vrn-H1, Vrn-H2, Vrn-H3 (определяют потребность растений в яровизации для перехода к колошению) Выявлено влияние аллельного состояние генов на изменчивость некоторых хозяйственно-ценных признаков.

Ключевые слова: озимый ячмень, ген, маркер, признак.

The article presents the results of the molecular screening of winter barley grades of different ecological and geographical origin of the existence of allelic polymorphism of genes Rpd-H1, Rpd-H2 (determine the reaction of barley plants in the day length), Vrn-H1, Vrn-H2, Vrn-H3 (determine the need vernalization in plants to go to the heading) and Sdw1 / denso (gene "semi-dwarf"). The effect of the allelic status of the genes on the variability of some

agronomic characters.

Key words: winter barley, gene, marker sign.

Введение

Селекционный путь повышения урожайности является самым дешевым и наиболее эффективным, а его актуальность сохранится и в будущем в связи с новыми запросами и требованиями, возникающими условиями, как в области агрономии, так и в сфере экономической и социальной жизни нашего общества. Однако любой высокопродуктивный сорт не будет признан в производстве, если признаки, определяющие приспособленность его к конкретным условиям произрастания, не отселектированы в достаточной степени [1].

Засуха – один из наиболее комплексных и разрушительных в глобальном масштабе абиотических стрессоров, сопровождающих всю историю земледелия во многих странах мира. Ущерб от нее превышает ущерб от любого другого стрессора. В европейской части России засуха наблюдается примерно один раз в четыре-пять лет [2].

Одним из основных механизмов, которые позволяют растению выживать в условиях засухи, является скороспелость, благодаря которой растения успевают «уходить» от губительного воздействия этого фактора [3]. Как известно, раннеспелые сорта озимого ячменя способны избегать губительного действия засух и суховеев в летний период, что является весьма актуальным в связи с усилившейся аридностью климата за последние 10 лет. В засушливые годы раннеспелые сорта озимого ячменя формируют урожай в 2-3 раза выше, чем яровой, не уступая озимой пшенице [4].

Более того, в условиях засушливой осени можно прогнозировать высокий процент изреживания посевов озимого ячменя, а при суровой зиме – даже их гибель. Использование сортов двуручек ячменя в качестве страховых позволяет, не меняя структуры посевных площадей, выйти на оптимальный уровень урожайности озимого ячменя [5]. С целью более быстрого создания раннеспелых сортов двуручек ячменя необходим целенаправленный подбор родительских форм – доноров скороспелости с альтернативным типом развития. Использование аллель-специфичных молекулярных маркеров генов, контролирующих длину периода всходы-колошение (*Ppd-H*) и отзывчивость на яровизацию (*Vrn-H*), позволит вести селекцию в данном направлении более целенаправленно и быстро.

Материал и методы

В качестве материала исследований использовали коллекцию озимого ячменя, включающую сорта различного эколого-географического происхождения. Для молекулярно-генетического анализа геномную ДНК выделяли из листьев ячменя по стандартной методике с использованием СТАВ-буфера [6].

Ppd-H1. ПЦР проводили в термоциклере (GeneAmp PCR system 9700). При выявлении аллелей гена *Ppd-H1* в состав реакционной смеси, объемом 20 мкл, входили: 120 нг ДНК, 1хбуфер для Taq полимеразы (pH 8.6, 2,5mM Mg²⁺) (Sileks), 200 мкмоль dNTPs, 0,25 мкмоль каждого праймера и 2,5 ед. Taq полимеразы (Dialat). Рестрикционный анализ проводили в общем объеме 15 мкл, содержащем 3 мкл продукта ПЦР, 1хSEBuffer B (pH 7,6), 7,5 ед. активности эндонуклеазы Msp I. Продукт ПЦР, полученный с праймерами для гена *Ppd-H1*, обрабатывается эндонуклеазой рестрикции Msp I для выявления полиморфизма в локусе SNP15. Рестрикционная смесь инкубируется при 37 °C в течение 3 часов, затем визуализируется электрофорезом в агарозном геле.

Ppd-H2. Анализ нуклеотидного полиморфизма гена *Ppd-H2* проводили, используя реакционную смесь объемом 25 мкл: 120 нг ДНК, 1хбуфер для Taq полимеразы (pH 8.6, 2,5mM Mg²⁺) (Sileks), 200 мкмоль dNTPs, 0,20 мкмоль каждого праймера и 2,5 ед. Taq полимеразы (Dialat). Рецессивный аллель гена *Ppd-H2* эффективно выявляется с помощью праймеров HvFT3-F4 и HvFT3-R1. Для идентификации доминантного аллеля используется пара праймеров HvFT3-F и HvFT3-R.

Vrn-H1 и *Vrn-H2*. При анализе нуклеотидного полиморфизма гена *Vrn-H1* и *Vrn-H2* в состав реакционной смеси, объемом 20 мкл, входили: 120 нг ДНК, 1хбуфер для Taq

полимеразы (pH 8.6, 2,5mM Mg²⁺) (Sileks), 200 мкмоль dNTPs, 0,5 мкмоль каждого праймера и 2,5 ед. Taq полимеразы (Dialat).

Vrn-H3. При молекулярном анализе гена *Vrn-H3* реакционная смесь объемом 25 мкл состояла из 120 нг ДНК, 1хбуфер для Taq полимеразы (pH 8.6, 2,5mM Mg²⁺) (Sileks), 200 мкмоль dNTPs, 0,20 мкмоль каждого праймера и 2,5 ед. Taq полимеразы (Dialat). Продукт ПЦР (350 п. н.), полученный при амплификации с праймерами CEN1bR2 и CENbL1, обрабатывается эндонуклеазой MwoI для выявления SNP C/G, ведущих к аминокислотной замене Pro135/Ala135 (CAPS-маркер).

Результаты

Ранее сотрудниками ВИРа было установлено, что ген *Ppd-H1* влияет на сроки колошения ярового ячменя независимо от региона возделывания. Однако, в условиях длинного фотопериода широты Ленинградской обл., его вклад в изменчивость сроков колошения был максимален (79%). В условиях короткого светового дня (Краснодарский край) этот вклад составлял всего 29%, однако являлся статистически достоверным. Задача проведения исследований состояла в том, чтобы выяснить, оказывают ли аллели этого гена достоверное влияние на агробиологические параметры озимых сортов ячменя в условиях короткого фотопериода Южного федерального округа.

В результате молекулярного скрининга сортов озимого ячменя было установлено, что аллели *Ppd-H1* при осеннем посеве не оказывают достоверного влияния ни на один из изученных хозяйственно-ценных признаков, в том числе и на длину вегетационного периода. Однако сорта-двуручки Мастер, Тигр, Фокс 1 и Паллидум 1925, являясь носителями доминантного аллеля гена *Ppd-H1*, рекомендуются для использования в селекционных программах как доноры раннеспелости при создании скороспелых сортов ярового ячменя.

Было установлено, что в пределах изучаемой выборки отсутствует аллельный полиморфизм изучаемого гена *Ppd-H2*, так как все сорта несут рецессивный аллель. Таким образом, изучить влияние аллелей этого гена на изменчивость хозяйственно-ценных признаков не представляется возможным.

Генетические различия яровых, озимых сортов ячменей, а также сортов-двуручек объясняются комбинацией аллелей трех генов яровизации *Vrn* (vernalisation response): *Vrn-H1*, *Vrn-H2* и *Vrn-H3*, локализованных на хромосомах 5Н, 4Н и 7Н соответственно. Озимыми, то есть восприимчивыми к яровизации, являются носители аллельной комбинации *Vrn-H1*, *Vrn-H2*, *Vrn-H3*, тогда как остальные аллельные комбинации этих трех генов ассоциированы с «яровым» типом развития [7].

Чувствительность к яровизации, за которую отвечают гены *Vrn*, определяет степень воздействия отрицательных температур, которую должно получить конкретное растение, чтобы перейти к генеративной фазе – колошению. Таким образом, озимые генотипы ячменя (*Vrn-H1*, *Vrn-H2*, *Vrn-H3*) в высшей степени чувствительны к яровизации, в то время как яровые и сорта-двуручки могут в разной степени реагировать на воздействие холода, но в целом яровизация не является для них необходимым условием для начала цветения. При проведении исследований у изучаемых сортов были маркированы аллели всех трех генов *Vrn*. Было установлено, что аллели *Vrn-H1*, рассматриваемые вне комбинации с аллелями других генов *Vrn-H1*, достоверно не влияют ни на один из изученных хозяйственно-ценных признаков.

Выявлено, что аллельное состояние гена *Vrn-H2* достоверно ($p < 0,5$) влияет на изменчивость признаков «содержание белка в зерне» и «устойчивость к полеганию». С практической точки зрения для использования в селекции на пивоваренные цели наибольший интерес представляют носители рецессивной аллели, так как для них характерно меньшее накопление белка в зерне. При создании фуражных сортов ячменя, устойчивых к полеганию, необходимо использовать в селекционных программах сорта-носители доминантной аллели.

Молекулярно-генетический скрининг всей изученной выборки сортов показал, что у

всех сортов присутствует рецессивный аллель Vrn-H3, носителей доминантной аллели не выявлено. Поэтому дальнейший статистический анализ ассоциации с агрономическими признаками не проводился.

Список литературы:

1. Кузнецова, Т.Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням / Т.Е. Кузнецова, Н.В. Серкин // КНИИСХ. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2006. – 288 с.
2. Крупнов, В.А. Засуха и селекция пшеницы: системный подход / В.А. Крупнов // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 1. – С. 12-23.
3. Алабушев, А.В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства / А.В. Алабушев. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2012. – 384 с.
4. Донцова, А.А. Новый перспективный сорт ячменя Тигр и оценка его комбинационной способности у гибридов F1 / А.А. Донцова, Е.Г. Филиппов // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 5 (29). – С. 40.
5. Демчук, А.В. Двуручки – страховка озимого клина / А.В. Демчук // Агроном. – 2012. – № 1. – С. 82.
6. Saghai-Maroo, M.A. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics / M.A. Saghai-Maroo, K.M. Soliman, R.A. Jorgensen et al. // Proc. Natl Acad. Sci. USA. 1984. V. 81. P. 8014-8018.
7. Takahashi, R. Genetics of earliness and growth habit in barley / R. Takahashi, S. Yasuda // Barley genetics II / Ed. R.A. Nilan. Washington State Univ. Press, Pullman, 1971. P. 388-408.

УДК 633.18

МАРКЕРНАЯ СЕЛЕКЦИЯ РИСА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ЗАТОПЛЕНИЮ КАК ФАКТОРУ БОРЬБЫ С СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

¹Дубина Е.В., кандидат биологических наук,

¹Есаулова Л.В., кандидат биологических наук,

²Костылев П.И., доктор сельскохозяйственных наук

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,

350921, г. Краснодар, Россия

E-mail: lenakrug1@rambler.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур»

им. И.Г. Калиненко, 347740, г. Зерноград, Россия

E-mail: ¹ lenakrug1@rambler.ru , ² p-kostylev@mail.ru

Исследование направлено на создание предселекционных ресурсов риса, толерантных к длительному затоплению как фактору борьбы с сорными растениями в рисовых агрофитоценозах. Проведено введение гена Sub1 в отечественную генплазму риса методом гибридизации. Апробация микросателлитных маркеров, взятых из базы данных www.ncbi.nih.gov для идентификации гена Sub1 в рекуррентной и реципиентной формах, позволила отобрать три информативных SSR-маркера, которые будут использоваться в данной селекционной программе для контроля наличия, а также аллельного состояния данного гена в гибридных растениях.

Ключевые слова: рис, сорные растения, гены толерантности к длительному затоплению, SSR- маркеры, ПЦР-анализ.

This study is aimed on development of pre-breeding rice resources resistant to prolonged flooding as a factor controlling weeds in rice agrophytocenoses. Introduction of a Sub1 gene into domestic rice germplasm was conducted with a hybridization method. Testing of microsatellite markers taken from www.ncbi.nih.gov database for identification of Sub1 gene in recurrent and recipient forms allowed to select three informative SSR-marker to be used in the breeding program for the control of presence, as well as allelic state of a given gene in hybrid plants.

Key words: *rice, the weeds, the genes of tolerance to prolonged flooding, SSR-markers, PCR analysis.*

Введение

Рис по занимаемым площадям и доле в валовом объеме урожая занимает второе место в мире и является важнейшей продовольственной культурой. Им питается более 3-х млрд чел. и обеспечивается 30% пищевых калорий [1]. В Краснодарском крае производится более 80% российского риса на площади 133-134 тыс. га.

К основным стрессовым факторам, экономически ограничивающим урожайность данной культуры в рисосеющих регионах, относятся болезни, вредители и сорные растения.

Сорные растения, конкурирующие с культурой за минеральные элементы питания, пространство и свет, являются лимитирующим стрессовым фактором для риса.

Ежегодно в Краснодарском крае от сорных растений обрабатывается 120-130 тыс. га посевов риса. При этом затраты рисосеющих хозяйств на обработку 1 га посевов гербицидами в среднем составляют 3567 рублей. Таким образом, рисоводческая отрасль ежегодно несет затраты на обработку посевов риса гербицидами 428 млн. рублей. Кроме того, на посевах риса, где систематически применяются химические средства защиты, существует реальная опасность появления форм сорных растений, устойчивых к гербицидам.

Для устранения сорняков с рисовых полей крайне необходимы кардинальные решения, которые бы могли привести к значительному сокращению применения гербицидов, улучшению качества продукции и прибыльности отрасли рисоводства.

Во многих рисосеющих странах мира большие площади сельхозугодий подвержены наводнениям, при длительности которых более двух недель рис погибает. Азиатскими учеными был найден ген Sub1 [2], который регулирует реакцию на этилен и гиббереллин, приводя к ограничению в потреблении углеводов и покою побегов под водой, способствуя тем самым толерантности растений риса к длительному погружению, при котором сорняки рисовых полей не выдерживают таких условий и погибают. Ген Sub1 имеет толерантность к полному затоплению примерно от 14 до 18 дней. Этот факт можно использовать как экономически и экологически щадящую стратегию в борьбе с сорной растительностью на рисовых полях.

Основной критерий при создании толерантных образцов риса, устойчивых к длительному затоплению, был определен по количественным признакам, QTL локусов, контролирующих 69% фенотипа признака. После того, как геномная область, содержащая QTL Sub1, была сужена до небольшой области хромосомы, ген был клонирован и идентифицирован как фактор отзывчивости этилена. Японскими коллегами было установлено, что локус Sub1 расположен на 9 хромосоме вблизи центромеры на генетической карте риса [2, 3].

Создание толерантных сортов риса к данному абиотическому фактору среды на сегодняшний день является актуальным.

Филиппинские ученые успешно проводят селекцию на толерантность к длительному затоплению [4, 5]. Ими определены источники толерантности среди используемых местных сортов [6]. Успех в данном направлении по улучшению местных сортов риса, толерантных к длительному затоплению путем введения генов Sub1, имеют также зарубежные коллеги из Бангладеш, Индии, Непала, Пакистана, Камбоджи, Вьетнама и из некоторых стран Африки [7-9].

Цель исследований

Создать селекционные формы риса с геном Sub1, определяющим толерантность к длительному затоплению водой, на генетической основе российских сортов с использованием ДНК-маркеров и ПЦР-анализа.

Современные методы ДНК-технологий, позволяющие контролировать ПЦР-анализом внедренные целевые гены в высокопродуктивную генетическую плазму риса, дают возможность получать такие формы за короткий период – 6-8 лет, в сравнении с

классическим методом (15-20 лет). Это очень важно для рисоводов, которым нужны кардинальные решения для устранения сорняков с рисовых полей. Возделывание таких сортов является экологически щадящей стратегией рисоводства, позволяющей сократить до минимума применение гербицидов на рисовых полях. Безгербицидные технологии в рисоводстве неизбежно улучшат чистоту вод оросительных систем и значительно поднимут экологический статус рисоводства в регионе.

Материалы и методы

Донорами для введения гена Sub1 в отечественную генплазму риса стал сорт зарубежной селекции Khan Dan (Вьетнам) с периодом вегетации 156-160 дней. В местной зоне рисосеяния предпочтительно возделывание сортов, созревающих не более, чем за 125 дней, поэтому в качестве материнской формы для гибридизации были подобраны скороспелые сорта и линии риса с периодом вегетации не более 100-105 дней: сорт риса Новатор, крупнозерная скороспелая линия ВНИИР9678 и КП-25-14.

При гибридизации растений использовалась пневмокастрация материнских форм и опыление «ТВЕЛЛ»-методом [10]. Растения выращивали в камерах искусственного климата.

Контроль за наличием, а также аллельным состоянием гена Sub1 в гибридных растениях проводили ДНК-анализом на основе метода полимеразной цепной реакции (ПЦР). Выделение ДНК из биоматериала (листки семидневных проростков растений риса) осуществляли методом СТАВ [11]. Метод заключается в использовании цетилтриметиламмоний бромида (СТАВ) в качестве основного компонента буфера экстракции и преципитации.

Для идентификации гена Sub1 использовали известные из литературных источников праймерные пары фланкирующих микросателлитных SSR-маркеров (табл. 1).

Таблица 1. Нуклеотидная последовательность праймеров для идентификации гена Sub1

Название праймера	Последовательность праймеров (5'-3')	
Sub1Aq	F	GAT GT GT GGAGGAGAAGT GA
	R	GGTAGAT GCCGAGAAGT GTA
Sub1C173	F	GAT GT GT GGAGGAGAAGT GA
	R	GGTAGAT GCCGAGAAGT GTA
Sub1B	F	GAT GT GT GGAGGAGAAGT GA
	R	GGTAGAT GCCGAGAAGT GTA
Sub1A203	F	GAT GT GT GGAGGAGAAGT GA
	R	GGTAGAT GCCGAGAAGT GTA
Sub1A_6	F	GAT GT GT GGAGGAGAAGT GA
	R	GGTAGAT GCCGAGAAGT GTA
Sub1A_7	F	GAT GT GT GGAGGAGAAGT GA
	R	GGTAGAT GCCGAGAAGT GTA
RM219	F	CGTCGGATGATGTAAAGCCT
	R	CATATCGGCATTTCGCCTG

Микросателлитные повторы, тесно сцепленные с геном Sub1, были определены на генетическом материале донорной линии Khan Dan и уже эффективно использовались в селекции [2, 4, 6-8].

ПЦР проводили с 40-50 нг ДНК, 0,1 μ M dNTPs, 25mM KCL, 60 mM Tris-HCL (pH 8,5), 0,1% Тритон X-100б, 10 mM 2-меркаптоэтанол, 1,5 mM MgCl₂, 1 единица Taq-полимеразы и 0,3 μ M праймеров в конечном объеме 25 мкл.

Амплификацию осуществляли в ДНК-амплификаторе «Терцик», оптимизировав при этом условия ПЦР: начальная денатурация – 5 минут при 94 °С – 1 цикл. Следующие 35 циклов: денатурация – 35 сек при 94 °С; отжиг праймеров – 45 сек при 60 °С; синтез – 30 сек при 72 °С. Синтез – 5 мин при 72 °С – 1 цикл.

Электрофорез проводили в 8%-ном полиакриламидном геле. Полиморфизм контрастных аллелей визуализировали после трех часов электрофореза при напряжении 250V, затем гелевые пластины помещали на 20-30 минут в раствор бромистого этидия и фотографировали в ультрафиолетовом свете.

Результаты

На первом этапе работы был проведен поиск информации и сделана выборка молекулярных (микросателлитных) маркеров в базе данных www.ncbi.nih.gov, для проведения идентификации гена Sub1 методом ПЦР в рекуррентной и реципиентной формах риса. Проведена оптимизация параметров постановки ПЦР (см. раздел материалы и методы), в результате которой при проведении SSR-анализа в данных условиях продукты амплификации визуализировались (рис. 1).

На рисунке 1 представлены результаты апробации четырех SSR-маркеров на наличие гена Sub1 в генотипе донорной и материнской форм риса.

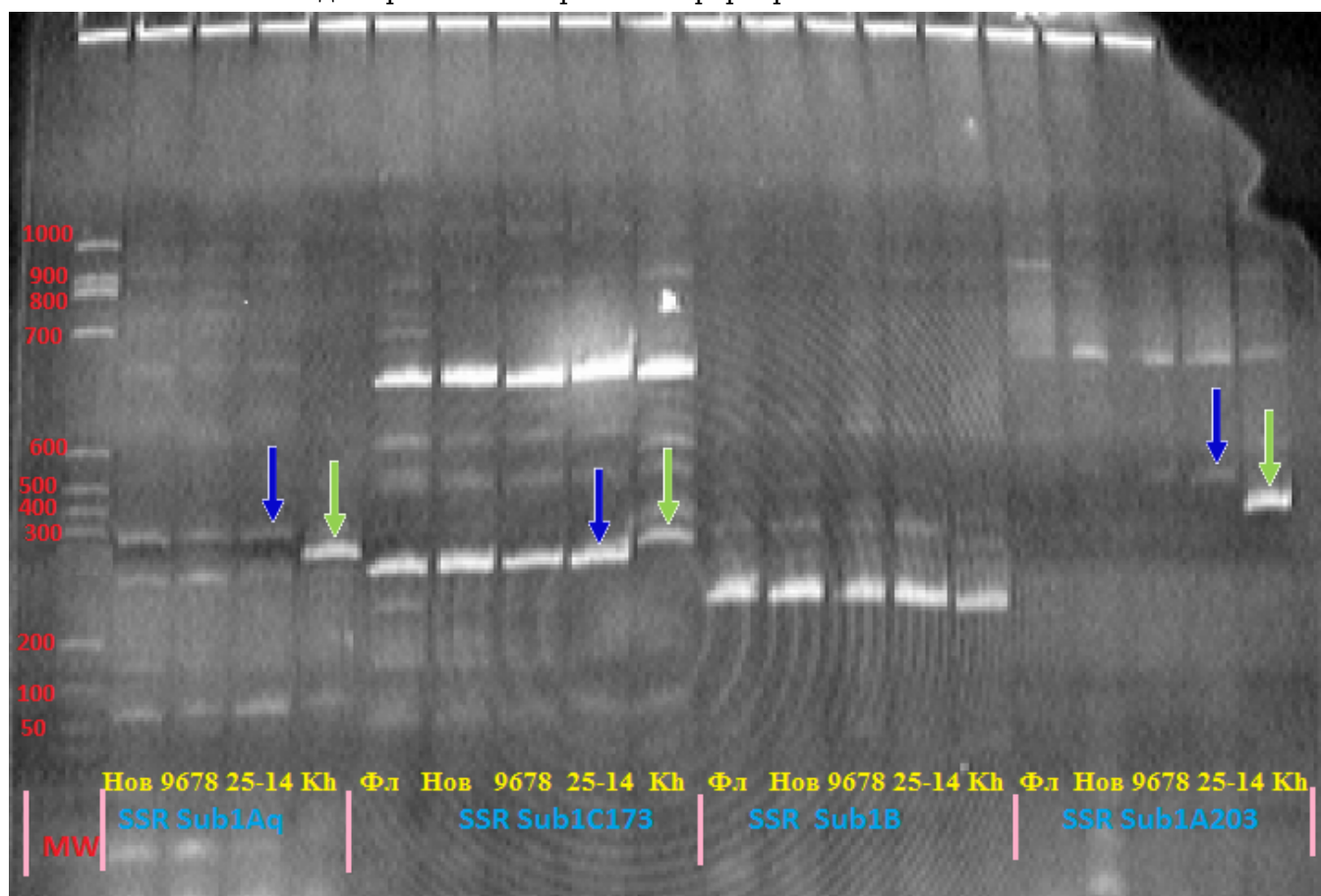


Рисунок 1. Визуализация продуктов амплификации в SSR-локусах Sub1Aq, Sub1C 173, Sub1B, Sub1A203.

Примечание: MW – маркер молекулярного веса pBR322/BsuR I (поставщик – комп. Хеликон, Россия); Нов – раннеспелый сорт риса Новатор (материнская форма), 9678 – крупнозерная линия риса (материнская форма), 25-14 – крупнозерная раннеспелая линия риса (материнская форма), Kh – сорт Khan Dan донор гена Sub1; Sub1Aq, Sub1C173, Sub1B, Sub1A203 – микросателлитные маркеры на локус Sub1.

На рисунке 1 представлено аллельное разнообразие анализируемых генотипов риса по SSR-локусам. Видно, что из исследуемого набора микросателлитных маркеров наибольший полиморфизм между родительскими формами, используемыми в

селекционном процессе по созданию толерантных к длительному затоплению сортов риса, наблюдается по локусам Sub1Aq, Sub1C173, Sub1A203.

Из 7 изученных микросателлитных маркеров высокую эффективность в выявлении внутривидового полиморфизма использованных в работе сортов и линий риса показали три наиболее информативных SSR-маркера – Sub1Aq, Sub1C173, Sub1A203. Результаты исследований будут использованы в дальнейшей работе на всех этапах селекционного процесса для визуализации гена Sub1 в полученных гибридных растениях риса методом ПЦР.

В настоящее время проведена гибридизация сорта Khan Dan – донора гена Sub1 с отечественными сортами и линиями риса, указанными в разделе «Материалы и методы». Получено F₁ поколение, которое будет задействовано в возвратных скрещиваниях с рекуррентной родительской формой для увеличения в гибридных растениях доли генома материнской формы.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ р_а № 16-44-230435

Список литературы:

1. Гаркуша, С.В. Современное состояние и перспективы развития отрасли рисоводства в Российской Федерации / С.В. Гаркуша, Л.В. Есаулова, В.И. Госпадинова // В сборнике «Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом». Международная научная интернет-конференция. – 2015. – С. 34-40.
2. Xu, K. *Sub1A* is an ethylene response factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. / K. Xu, X. Xia, T. Fukao, P. Canlas, R. Maghirang-Rodriguez, S. Heuer, A.M. Ismail, J. Bailey-Serres, P.C. Ronald, D.J. Mackill // *Nature*. – 2006. – № 442. – P. 705-708.
3. Xu, K. A major locus for submergence tolerance mapped on rice chromosome 9 / K. Xu, D.J. Mackill // *Mol. Breeding*. – 1996. – № 2. – P. 219-224.
4. Collard, B.C.Y. Developing new flood-tolerant varieties at the International Rice Research Institute (IRRI). / B.C.Y. Collard, E.M. Septiningsih, S.R. Das, Carandang J.J., Pamplona A.M., Sanchez D.L., Kato Y., YE G., Reddy J.N., Singh U.S., Iftekharuddaula K.M., Venuprasad R., Vera-cruz C.N., Mackill D.J. and Ismail A.M. // *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2013. – № 45 (1). – P. 42-56.
5. Bailey-Serres J. Submergence Tolerant Rice: SUB1's Journey from Landrace to Modern Cultivar / J. Bailey-Serres, T. Fukao, P. Ronald, A. Ismail, S. Heuer, D. Mackill // *Rice*. – 2010. – № 3, – P. 138-147.
6. Mackill, D.J. Development and rapid adoption of submergence-tolerant (*Sub1*) rice varieties / D.J. Mackill, A.M. Ismail, U.S. Singh, R.V. Labios, T.R. Paris // *Adv. Agron.* – 2012. – № 115. – P. 303-356.
7. Iftekharuddaula, K.M. Rapid and high-precision marker assisted backcrossing to introgress the *SUB1* QTL into BR11, the rainfed lowland rice mega variety of Bangladesh / K.M. Iftekharuddaula, M.A. Newaz, M.A. Salam, H.U. Ahmed, M.A.A. Mahbub, E.M. Septiningsih, B.C.Y. Collard, D.L. Sanchez, A.M. Pamplona, D.J. Mackill // *Euphytica*. – 2011. – № 178. – P.83-97.
8. Neeraja, C.N. A marker-assisted backcross approach for developing submergence-tolerant rice cultivars / C.N. Neeraja, R. Maghirang-Rodriguez, A. Pamplona, S. Heuer, B.C.Y. Collard, E.M. Septiningsih, G. Vergara, D. Sanchez, K. Xu, A.M. Ismail, D.J. Mackill // *Theor. Appl. Genet.* – 2007. – № 115. – P. 767-776.
9. Septiningsih, E.M. Development of submergence-tolerant rice cultivars: the Sub1 locus and beyond / E.M. Septiningsih, A.M. Pamplona, D.L. Sanchez, C.N. Neeraja, G.V. Vergara, S. Heuer, A.M. Ismail, D.J. Mackill // *Ann. Bot.* – 2009. – № 103. – P. 151-160.
10. Лось, Г.Д. Перспективный способ гибридизации риса / Г.Д. Лось // *Сельскохозяйственная биология*. – 1987. – № 12. – С. 15-17.
11. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // *Nucleic Acids Research*. – 1980. – № 10. – P. 4321-4325.

УДК:635.652:632.3.01/.08

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИРУСА ОБЫКНОВЕННОЙ МОЗАИКИ ГОРОХА (PMV) НА СОРТООБРАЗЦАХ ГОРОШКА ДУШИСТОГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Енгальчева И.А., ¹Левко Г.Д., ²Плешакова Т.И., ²Гапека А.В.

¹ФГБНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур РАН
143080, Московская область, п. ВНИИССОК, Россия,

²ФГБУН Биолого-почвенный институт ДВО РАН,
690022, Владивосток, Россия

¹E- mail: engirina1980@mail.ru

Описаны симптомы проявления вирусной инфекции на растениях горошка душистого, выделен вирусный изолят с симптомами мозаики, проведен сравнительный анализ всех изученных свойств исследуемого изолята с характеристиками типовых представителей различных таксонов. Методами визуальной и иммунохимической диагностики, биотестирования на растениях-индикаторах, электронного микроскопирования установлено таксономическое положение исследованного патогена как изолята вируса обыкновенной мозаики гороха (PMV).

Ключевые слова: горошек душистый, вирус обыкновенной мозаики гороха, сортобразец.

During ontogenesis describes the symptoms manifestations of viral infections in plants of sweet peas. Isolated virus isolate from plants with fragrant pea mosaic symptoms. A comparative analysis of all the studied properties of the test isolate with the characteristics of the typical representatives of different taxa. With the help of visual methods and immunochemical diagnostic bioassay method on the indicator plants, using electron microscopy were able to establish the taxonomic position of the test pathogen as a virus isolate ordinary pea mosaic (PMV).

Key words: *Lathyrus odontatus*, *Pea mosaic potyvirus*, varieties.

Введение

В последнее время наблюдается стремительное развитие отрасли цветоводства, и, соответственно, спрос на цветочные и декоративные растения постоянно растет. Горошек душистый – одна из популярных цветочных культур универсального использования. В настоящее время создано более 1000 сортов, которые в зависимости от применения в цветоводстве распределены на 15 садоводческих групп. Наиболее известными из них являются: Спенсер (*Spenser*), Казбертсон (*Cusbertson Floribunda*) – жароустойчивые сорта; Роял Фэмили (*Royale Family*) – срезочные; Мультифлора гигантея (*Multiflora Gigantea*) – многоцветные сорта; Купидо (*Cupido*) – низкорослые сорта и другие. В лаборатории селекции и семеноводства цветочных культур с 1938 года ведется научная и практическая работа с горошком душистым методами улучшающей селекции, отбором суперэлитных растений, гибридизацией с использованием чистых линий, что и по сей день позволяет установить закономерности наследования основных декоративных признаков и оценить материал по степени гомозиготности по изучаемым признакам.

Однако одним из самых сдерживающих факторов в развитии промышленного цветоводства являются инфекционные болезни, среди которых вирусные занимают наибольший удельный вес. До конца 70-х годов прошлого столетия вирусным заболеваниям цветочно-декоративных растений уделялось значительно меньше внимания, чем продовольственным культурам (Мищенко Л.Т., 2012). По литературным данным узкоспециализированные вирусы практически отсутствуют на древесных декоративных культурах и, напротив, преобладают полигостальные патогены, имеющие широкий круг

восприимчивых видов и представляющие опасность для других сельскохозяйственных культур. К настоящему времени установлено, что вирусы способны значительно ухудшать декоративные качества растений и приводить к фенотипическим изменениям признаков сортов, вплоть до их вырождения, снижать выход цветочной продукции с единицы площади, коэффициент размножения и селекционную продуктивность, ухудшать общее физиологическое состояние растений, зимостойкость. Это приводит к экономическим потерям и обуславливает необходимость борьбы с ними (1-6)

Горошек душистый восприимчив ко многим вирусным инфекциям, поражающим бобовые культуры. На данный момент известно семь наиболее вредоносных вирусопатогенов, наносящих экономический ущерб при выращивании горошка душистого.

Вирус желтой мозаики фасоли – *Bean yellow mosaic potyvirus (BYMV)*, относящийся к роду *Potyvirus*. Известно, что на горошке душистом идентифицирован гороховый штамм этого вируса. На растениях данной культуры *BYMV* вызывает симптомы мозаики, часто сопровождающиеся низкорослостью инфицированных растений, деформацией цветка и бобов. Некоторые штаммы вызывают некроз, а очень ранняя инфекция может вызвать гибель растения. Вирус широко распространен по всему миру. Это обусловлено тем, что все штаммы *Bean yellow mosaic potyvirus* передаются векторно более чем двадцатью видами тлей (Чекалин, 2003), механическим путем и до 3% – семенами (*Viruses of plants*, 1995). Возбудитель этого заболевания представляет собой нитевидную частицу, линейные размеры которой 750 нм×12-15 нм.

Вирус обыкновенной мозаики фасоли – *Bean common mosaic potyvirus (BCMV)*, являющийся представителем рода *Potyvirus*. Вирион представляет собой нитевидную частицу, линейные размеры которой составляют 847-886 нм×12-15 нм. На тройчатом листе горошка душистого *Bean common mosaic potyvirus* вызывает симптомы мозаичности, по всей поверхности листа появляются светло- и темно-зеленые пятна неправильной формы. Часто происходит искривление центральной жилки, отчего листья выглядят гофрированными (Biddle, Cattlin, 2007). *BCMV* также вызывает низкорослость растений, почернение корней, летальный некроз. Кроме того, в результате поражения урожай семян снижается более, чем на 60% (Чекалин, 2003). Вирус может сохраняться в некоторых растениях-сорняках, которые являются его резервуарами. *Bean common mosaic potyvirus* передается с помощью *Acyrtosiphon pisum*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* и *Aphis fabae*, а также механически и семенами (Biddle, Cattlin, 2007).

Вирус скручивания листьев фасоли – *Bean leafroll luteovirus (БСЛФ син. BLRV)*. Этот патоген, поражающий горошек душистый, относится к роду *Luteovirus* (форма частиц изометрическая диаметром 27 нм). Он широко распространен в Европе, на Среднем Востоке и в Северной Африке. Симптоматика заболевания особенно ярко проявляется во время цветения и на ранней стадии завязывания бобов. Верхние листья плотно сворачиваются, иногда можно наблюдать хлороз между жилок. Плоды же значительно меньше в размерах и часто бывают пустыми. Переносчиками заболевания являются тли – *Acyrtosiphon pisum* (Biddle, Cattlin, 2007). Этот вирус может также передаваться механически при агротехнических мероприятиях. *Bean leafroll luteovirus* не наносит большого экономического ущерба, но, являясь вирусом-хелпером, может содействовать другим более жестким патогенным фитовирусам.

Вирус огуречной мозаики – *Cucumber mosaic virus (CMV син. BOM)*. К настоящему времени сотрудниками лаборатории вирусологии БПИ ДВО РАН был обнаружен штамм, поражающий бобовые культуры, в том числе и горошек душистый. Этот изометрический вирус из рода *Cuscutovirus* (изометрические вирусные частицы диаметром 30 нм) характеризуется высокой контагиозностью, распространяется более, чем 60 видами тлей, листогрызущими насекомыми и механически при сельскохозяйственных работах. В зимний период вирус сохраняется в корнях многолетних растений-хозяев таких, как подорожник,

осот, вьюнок, клевер, одуванчик и др. (Козловская, 2002). Проявляется *CMV* в виде мозаичной хлоротичности, морщинистости и искривленности молодых листьев. С развитием инфекции листья пораженного растения сморщиваются, при этом их края заворачиваются вниз, и они приобретают мозаичную окраску.

Вирус обыкновенной мозаики гороха – *Pea mosaic potyvirus* (*PMV* син. ВОМГ). Возбудитель болезни имеет нитевидные вирионы длиной 750-800 нм. Поражает многие виды бобовых растений, кроме фасоли. На листьях горошка душистого наблюдается мозаика с посветлением жилок и чередованием желтых и темно-зеленых пятен, иногда листья приобретают удлинённую форму. На цветках также хорошо заметна пестрая раскраска (Черноиванова, 1971). Сохраняется *PMV* преимущественно на многолетних травах, особенно на клевере. Вирус распространяется с помощью гороховой и персиковой тлей, а также контактным способом. Сохраняется патоген на многолетних бобовых культурах, с семенами не передается (Viruses of plants, 1995).

Вирус деформирующей мозаики гороха – *Pea enation dwarf virus* (*PEDV* син. ВДМГ). Заболевание проявляется в виде крапчатости, мозаичности листьев и прилистников. В дальнейшем поврежденные места становятся прозрачными, развивается морщинистость листовой пластинки. Цветки приобретают характерную светлую полосатость. Вирионы возбудителя сферической формы, диаметром 26-30 нм. Основными переносчиками *PEDV* являются гороховая и персиковая тли. Тли становятся вирофорными после питания на больном растении в течение одного-двух часов и сохраняют вирус на протяжении длительного периода, иногда даже всей их жизни. Семенами вирус не передается (Hull, 1965).

Вирус мозаики семян гороха *Pea seed-born mosaic potyvirus* (*PSbMV* син. ВМГС) Возбудитель болезни относится к роду *Potyvirus* (нитевидные частицы длиной 770 нм). На горошке душистом вирус вызывает розеточность, молодые листья утолщаются и изгибаются, верхние листья закручиваются, а на средних листьях заметна хлоротичная штриховатость (Hull, 1965). Передается тлями непersistентным способом, а также механически и семенами, причем семенная передача для рода *Pisum* достигает 100%.

Материал и методы исследований

Материалом исследований являлись селекционные и коллекционные сортообразцы лаборатории селекции и семеноводства цветочных культур и новых технологий ФГБНУ ВНИИССОК.

Идентификацию возбудителей проводили методами визуальной, иммунохимической диагностики (реакция двойной иммунодиффузии и непрямой вариант ИФА), методом биотестирования на растениях-индикаторах, методом электронного микроскопирования при негативном контрастировании 2% ФВК, «экспресс-методом» с использованием иммунострипов. Вирус изолята горошка душистого передавали инокулюмом, приготовленным на основе фосфатного буфера (0,1 М, pH - 7,0), с добавлением карборунда методом механической инокуляции.

Результаты

На горошке душистом в условиях открытого грунта были отмечены растения с симптомами вирусного поражения. На молодых верхушечных листьях развивался хлороз, мозаика, измельчение и скручивание листовой пластинки, кустистость, пестролепестность. В первой группе образцов растения не зацвели, во второй группе наблюдалось изменение окраски цветка – пестролепестность. На нижних листьях был отмечен хлороз и крапчатость. Степень развития болезни на образцах доходила до 100%.

Анализ литературных данных показал, что обнаруженные на растениях горошка душистого симптомы были схожи с симптомами, вызываемыми *Pea mosaic potyvirus* и *Pea enation dwarf virus*. Механической инокуляцией изолят был передан на индикаторные растения. Сравнительный анализ симптомов заболеваний, вызываемых этими вирусами, и

симптомов на тест-растениях, инокулированных изучаемым изолятом, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ симптомов заболевания тест-растений, инокулированных соком, выделенным из листьев горошка душистого (2014 год)

Растения-индикаторы	Симптомы исследуемого изолята	Симптомы <i>PMV</i>	Симптомы <i>PEDV</i>
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Симптомы не проявились	Отсутствуют	Системная мозаика с истончением и деформацией листовой пластинки
<i>Faba bona</i> Medik.	Яркая выраженная мозаика	Системная мраморная мозаика	Системная мозаика с истончением и сморщиванием
<i>Pisum sativum</i> L.	Слабая системная мозаика	Системная мозаика	Системная мозаика с деформацией
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Симптомы не проявились	Отсутствуют	Системная мозаика с истончением и деформацией

Как видно из приведенных в таблице данных, симптомы на растениях фасоли не проявились, что характерно для вируса обыкновенной мозаики гороха, в тоже время как вирус деформирующей мозаики гороха проявляется на фасоли яркими симптомами. На бобах проявилась ярко выраженная мозаика, а на горохе – системная мозаика. При поражении этих индикаторных растений *PEDV* наблюдается системная мозаика с деформацией листовых пластинок.

Электронно-микроскопическими исследованиями препарата, изготовленного из сока горошка душистого, были обнаружены нитевидные вирионы. Морфометрия показала, что модальные размеры частиц составляли 670-800 нм×12-15 нм. Подобная морфология вирионов характерна для патогенов из рода *Potyvirus*.

Реакцией двойной диффузии в агаре было установлено наличие общих антигенных детерминант с *BYMV* и *BSMV*. При использовании непрямого варианта ИФА для определения антигенных взаимоотношений изолята горошка душистого было установлено, что исследуемый вирус имеет также отдаленное родство с *BYMV* и *BSMV*, типовыми представителями рода *Potyvirus*. Наиболее высокий аффинитет показан с вирусом обыкновенной мозаики фасоли.

Сравнительный анализ всех изученных свойств исследуемого изолята с характеристиками типовых представителей различных таксонов показал, что выявленный нами вирусный изолят, вызывающий мозаику на горошке душистом, наиболее близок по своим характеристикам к роду *Potyvirus*.

Выводы

Данные биологического тестирования, иммунохимический анализ и физико-химические характеристики позволяют уточнить таксономическое положение исследуемого патогена как изолят вируса обыкновенной мозаики гороха. Этот вирус представляет собой потенциальную опасность для сельскохозяйственного производства в целом и цветочного бизнеса, в частности, поскольку поражает культурные растения из 28 видов и девяти родов семейства Бобовые.

Список литературы:

1. Козловская, З.Н. Диагностика, штаммовое разнообразие, вредоносность и профилактика вируса огуречной мозаики на Дальнем Востоке: автореф. дис. ... канд. биол. наук / З.Н. Козловская. – Владивосток: Дальневост. отд-ние РАН. Биол.-почв. ин-т., 2002. – 20 с.
2. Чекалин, Н.М. Генетические основы селекции зернобобовых культур на устойчивость к патогенам / Н.М. Чекалин. – Полтава: «Интерграфика». – 2003.
3. Черноиванова, Г.А. Вирусные включения при вирусных заболеваниях декоративных и плодово-ягодных культур и их диагностическое значение: автореф. дисс... канд. биол. наук / Г.А. Черноиванова. – М.: Академия наук СССР, Институт микробиологии, 1971. – 22 стр.
4. Biddle, A.J. Pests, diseases, and disorders of peas and beans / A.J. Biddle, N.D. Cattlin. – NW: Publishing Manson, 2007. – 128 p.
5. Viruses of plants (Descriptions and lists from the VIDE Database) / A. Brunt at all UK, CAB International. – 1996. – 1484 p.
6. Hull, R. Virus diseases of Sweet Peas in England / R. Hull // Plant Pathology. – 1965. – V. -14. – № 4. – P.150-153.

УДК: 581.143.5;18:632.488.42:575

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОНТРОЛЯ ГАМЕТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ РЕГЕНЕРАНТОВ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ (*BRASSICA OLERACEA* L.) В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ *IN VITRO* МЕТОДОМ ДНК-ГЕНОТИПИРОВАНИЯ

Епифанович Н.В., аспирант, Мухина Ж.М., доктор биологических наук, Савенко Е.Г., Королева С.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Глазырина В.А., Шундрин Л.А., Епифанович Ю.В., аспирант

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: agroplazma@gmail.com

Предпринята попытка улучшить схему получения дигаметоидных линий *Brassica oleracea* L. методом культуры пыльников *in vitro*. Основным принцип усовершенствования заключается в сравнительном генотипировании ДНК форм-доноров (источник эксплантов) и растений, регенерированных из пыльников доноров с помощью микросателлитных кодоминантных маркеров. В подавляющем большинстве случаев в качестве доноров используют растения F1, демонстрирующие состояние гетерозиготности в изучаемых микросателлитных локусах. Регенеранты, имеющие гаметное происхождение (микроспоры), всегда гомозиготны в этих же локусах.

Ключевые слова: культура пыльников *in vitro*; капуста белокочанная; дигаметоидная линия, микросателлитный профиль; гаметное происхождение регенерантов.

There is an attempt to improve the scheme of double haploid lines of *Brassica oleracea* L. developing in anther culture *in vitro*. The main principle of such improving is comparing genotyping of donor forms (the explants source) and plants regenerated from these donors by microsatellite codominant markers. In the most cases F1 plants are used as donors. So, they demonstrate heterozygosity in the studied SSR locuses. Regenerants which have gamete source (microspores) are always homozygous at the same locuses.

Key words: anther culture *in vitro*; cabbage; double haploid line, microsatellite profile, gamete source of plant regenerants.

Введение

Применение экспериментальной гаплоидии в селекционных программах важных

сельскохозяйственных культур позволяет сократить время создания линий и получить выровненные однородные сорта и гибриды F1.

Для получения конкурентоспособных отечественных гибридов капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L.) необходимо повышать их выравненность.

Этого можно добиться созданием гомозиготных линий методом гаплоидии с жестким массовым контролем гаметного происхождения получаемых линий.

В рамках нашего исследования предпринята попытка совершенствования схемы получения удвоенных гаплоидов капусты белокочанной в культуре пыльников *in vitro*. Усовершенствованная схема позволит сократить продолжительность селекционной работы по созданию «чистых» (гомозиготных) линий для получения F1 гибридов до года, что в 10 раз меньше по сравнению с традиционной схемой селекции двухлинейных F1 гибридов данной овощной культуры.

Основной принцип усовершенствования – сравнительное генотипирование донорных форм (источник эксплантов) и полученных из них регенерантов молекулярными (микросателлитными) маркерами.

Материалы методы

Растения – доноры капусты белокочанной выращивали в условиях теплицы в течение весенне-летнего периода. Сбор бутонов проводили в утренние часы. Для стимуляции каллусогенеза проводили холодовую предобработку бутонов низкими положительными температурами. Бутоны стерилизовали 10%-ым раствором хлорамина в течение 10-15 минут с последующим многократным ополаскиванием автоклавированной водой. Извлечение и инокуляцию пыльников на питательную среду проводили в стерильных условиях [1]. Для культивирования эксплантов использовали питательные среды на основе Murashige and Scooby (MS, 1962).

Оптимальные условия индукции андрогенеза подбирали варьированием концентраций и сочетаний фитогормонов 6-БАП, ГК, кинетина, НУК и ИУК.

Полученные регенеранты укореняли на безгормональной среде MS в культивационных сосудах. В дальнейшем растения переносили в горшки со смесью из торфа, перегноя и песка. Процесс адаптации к условиям *in vivo* длился 2-3 недели, после чего проводили сравнительное генотипирование регенерантов и донорных форм.

Выделение ДНК осуществляли методом СТАВ [3].

ПЦР-анализ для генотипирования изучаемых образцов капусты белокочанной проводили с использованием SSR-маркеров: Na10-D09, Na12-A02, Na12-F12, Ni2-B02, Ni3-G04B, Ol12-A04, Ra2-E12, BRMS-006, В.п.38А, выбранных из базы данных генетических ресурсов NSBI, доступных на сайте www.ncbi.nih.gov.

Экспериментальным путем оптимизированы условия ПЦР применительно к исследуемым генотипам капусты белокочанной.

ДНК-амплификацию микросателлитных последовательностей проводили в реакционном объеме 25 мкл. В пробирку последовательно добавляли: 3,3 мкл би-дистиллированной воды; 2,5 мкл буфера Taq полимеразы; 10,0 мкл трифосфата (0,5 мМ); по 2 мкл прямого (F) и обратного (R) праймеров; одну единицу Taq полимеразы; 3 мкл выделенной ДНК.

Для визуализации продуктов ПЦР проводили электрофорез в 2%-ом агарозном геле при напряжении 150 вольт в течение 30-50 минут, в зависимости от длин амплифицированных фрагментов ПЦР, или в 8%-ом полиакриламидном геле на основе трис-боратного буфера при напряжении 200 вольт в течение 3 часов.

Результаты

Состав питательных сред играет важную роль в индукции процессов андрогенеза. В исследованиях на отзывчивость к каллусогенезу изучали 2 варианта питательных сред с повышенным содержанием сахарозы (осмотический стресс, обеспечивающий высокий выход эмбриоидов):

1-й вариант: MS (Мурасиге и Скуга) + 120 г/л сахарозы + 3 мг/л 6-БАП + 1 мг/л α-НУК + 2 мг/л AgNO₃ + 0,05 мг/л ГКЗ + 1 мг/л янтарная кислота;

2-й вариант: MS + 120 г/л сахарозы + 0,5 мг/л 6-БАП + 0,5 мг/л α -НУК.

На агаризованной питательной среде в первом варианте инокулировали 24 495 пыльников, получили 1530 каллусов. Отзывчивыми к культуре *in vitro* оказались 6,25% пыльников. На 2-й вариант питательной среды инокулировали 18 495 пыльников, отзывчивыми к культуре *in vitro* оказались 3,91% пыльников (724 каллуса).

Морфогенный каллус (средней плотности, с хорошо выраженными меристематическими очагами) переносили на питательную среду MS + 30 г/л сахарозы + 1,0 мг/л БАП + 0,1 мг/л ИУК. Каллус, продуцированный пыльниками на 1-й каллусообразующей среде, был морфогенным на 0,72%, каллус со 2-й каллусообразующей среды – на 0,39%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что состав среды в первом варианте более благоприятен для каллусогенеза в культуре пыльников капусты, т. к. частота каллусообразования и количество морфогенного каллуса, сформированного на этой среде, было выше.

Из каллусов каллусогенной среды 1-го варианта регенерировано 808 андрогенных растений, со 2-го варианта – 524 шт. (рис. 1, стр. 53).

Всего инокулировано 45225 пыльников капусты белокочанной. Способность к индукции андрогенеза и морфогенеза определена у всех 15 изученных генотипов, но отмечены различия по андрогенной и регенерационной способности между разными генотипами, а также индивидуальными растениями одной линии. Для изучения в отдел овощеводства передано 39 регенерантов капусты белокочанной.

ДНК-амплификацию проводили на амплификаторе компании «Bio-Rad», а также «Терцик», Россия.

Таблица 1. Оптимизация параметров ПЦР для генотипирования изученных образцов капусты белокочанной

Шаг реакции	Температура, °C	Продолжительность, минут	Число циклов
I. Начальная денатурация	95	15	1
II. Денатурация	94	2	1
III. Денатурация	94	1	1
Отжиг праймеров	65	30 сек.	1
Синтез	72	45 сек.	1
В каждом втором цикле температура отжига снижена на 1 °C до температуры 55 °C			
IV. Денатурация	94	1	20
Отжиг праймеров	55	30 сек	20
Синтез	72	45 сек	20
Завершающий синтез	72	1	1

При проведении SSR-анализа в данных условиях продукты амплификации с использованием вышеуказанных молекулярных маркеров четко визуализировались.

На рисунке 3 (стр. 54) представлена аллельная миграция в локусе В.п.38А у четырех изученных регенерантов капусты белокочанной. Из рисунка видно, что растения № 1-6 и № 7-9 не имеют гаметного происхождения, т. е. не являются дигаплоидами (гаплоидами), т. к. изученный маркер явно демонстрирует гетерозиготность. Растения № 10-15 и № 16-20 гомозиготны в изучаемом локусе, поэтому с большой долей вероятности они являются дигаплоидами (гаплоидами)

Данная методическая схема в настоящее время проходит апробацию грунт-контролем. Отобранные вышеуказанным способом андрогенные регенеранты высажены в теплицу для проверки однородности по морфологическим признакам.

Выводы

Совместное применение в селекции биотехнологических методов экспериментальной гаплоидии и молекулярного маркирования позволяет создавать селекционно ценные генотипы капусты белокочанной.

Список литературы:

1. Бутенко, Р.Г. Технология массового получения регенерантов из соматических тканей in vitro / Р.Г. Бутенко. - М., 1970. - С. 154-228.
2. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, Р.Г. Бутенко, W.F. Thompson / Nucleic Acids Res. - 1980. - V. 8, - № 19. - P. 4321-4325.



Рисунок 1. Регенерация в культуре пыльников in vitro капусты белокочанной



Рисунок 2. Адаптация растений-регенерантов к условиям *in vivo*

Для контроля гаметного происхождения регенерантов, получаемых в культуре пыльников капусты белокочанной *in vitro*, проводили сравнительное генотипирование изучаемых образцов. В работе использовали маркеры: Na10-D09, Na12-A02, Na12-F12, Ni2-B02, Ni3-G04B, O112-A04, Ra2-E12, BRMS-006, В.п.38А. Параметры постановки ПЦР были оптимизированы для выбранных микросателлитных маркеров (табл. 1).

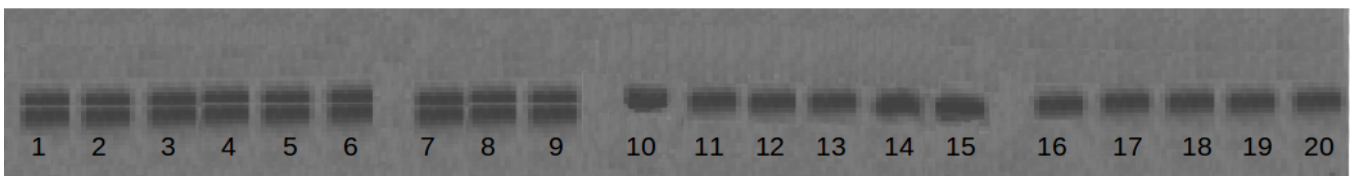


Рисунок 3. Аллельная миграция локуса В.п. 38А ДНК регенерантов капусты белокочанной

- 1-6 – регенеранты, полученные от гибридной комбинации F1 №111.
- 7-9 – регенеранты, полученные от гибридной комбинации F1 №113.
- 10-15 – регенеранты, полученные от гибридной комбинации F1 №114.
- 16-20 – регенеранты, полученные от гибридной комбинации F1 №115.

УДК: 631:52.633.633.1:635

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НЕКОТОРЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ У РИСА

^{1,2}Жанбырбаев Е.А., докторант, ¹Рысбекова А.Б., кандидат биологических наук, ¹Усенбеков Б.Н., кандидат биологических наук, ^{1,2}Казкеев Д.Т., докторант, ¹Сартбаева И.А., докторант, ¹Беркимбай Х.А.

¹Институт биологии и биотехнологии растений,
050040, г. Алматы, Республика Казахстан,

²Казахский национальный аграрный университет,
050010, г. Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: ¹ aiman_rb@mail.ru , ² eldos_83@mail.ru

Изучено влияние положительной низкой температуры на некоторые важные хозяйственно-ценные признаки сортов риса отечественной и зарубежной селекции в различные фазы вегетации (цветение и созревание). Положительная низкая температура существенно повысила процент пустозерности у изученных сортов. Наиболее холодостойкими оказались сорта риса Кубань 3, УзРОС 7-13 для привлечения их в селекционный процесс в качестве родительских форм.

Ключевые слова: рис, скрининг, холодостойкость, пустозерность, селекция.

It was studied the influence of positive low temperature on some important agronomic traits of domestic and foreign rice varieties in the different stages of the growing season (flowering and ripening). Positive low temperature significantly increased the percentage of seed sterility in the studied varieties. The most cold tolerance rice varieties were Kuban 3, UzROS 7-13 for including them in the breeding process as the parental forms.

Key words: rice, screening, cold resistance, seed sterility, selection

Введение

Республика Казахстан относится к северным зонам рисосеяния. Посевы риса доходят до 44° 51' северной широты (I зона). По природным особенностям зону рисосеяния Республики Казахстан можно разделить на три климатические зоны:

а) I зона – северная (Караталинский, Акдалинский, Тасмурунский, Чарынский, Казалинские массивы), с суммарной температурой 2700-3250 °С.

б) II зона – центральная (Кызылординский, Шиелійский), с суммарной температурой 3250-3600 °С.

в) III зона – южная (Тогускенский, Кызылкумский), с суммарной температурой более 3600 °С.

Нестабильное состояние атмосферы по сезонам в различные годы приводит к резким изменениям климатических условий. Поэтому в Республике Казахстан остро стоит задача по созданию сортов риса, устойчивых к пониженным положительным температурам в начальный период роста и развития, не снижающих полевую всхожесть, и с повышенной силой роста проростков [1]. Холодостойкость растений – это способность переносить низкую температуру, т. е. устойчивость теплолюбивых растений к низким положительным температурам, не снижающим своей продуктивности при температуре от 0 до +10 °С. Для большинства сельскохозяйственных культур низкие положительные температуры почти безвредны. Отдельные органы теплолюбивых растений обладают разной устойчивостью к холоду. У кукурузы и гречихи быстрее всего отмирают стебли, у риса менее устойчивы листья [2].

В Японии степень холодостойкости риса определяют в различные фазы онтогенеза:

– способности всхожести семян при низкой температуре 12-15 °С при обработке в течение 10-15 дней;

– способность роста проростков при низкой температуре 10-15 °С воды или воздуха

после пересадки в течение 10-15 дней. В данном случае учитываются такие параметры, как: высота растений, кустистость, изменение цвета листьев, количество листьев и сухая биомасса;

- *выметывание метелок при низкой температуре.* Наибольшая задержка выметывания метелок наблюдается обычно, когда растение подвергается низкой температуре в течение 35-45 дней перед выметыванием. *Низкая температура затормаживает образование метелок.* При этом температура воды/воздуха должна быть ночью 12 °С/20 °С, а в дневное время - 18 °С/26 °С в течение 10-15 дней. Наблюдается разница дней появления флаговых листьев в контрольных и опытных вариантах;

- влияние низкой температуры на срок созревания. При рассадном методе пересадку проводят в конце июня (на месяц позже, чем при обычном режиме пересадки) [3].

Исходя из вышеуказанного, целью исследования является изучение влияния положительной низкой температуры на рост и развитие риса в различных фазах вегетации (цветение и созревание).

Материалы и методы

В исследовательской работе были использованы сорта риса отечественной и зарубежной селекции.

Количественное содержание амилозы в зерне риса определяли методом Juliano [4].

Опыт проводили в лабораторных условиях в регулируемой климатической камере Low Temperature Illuminated Incubator 818 (Thermo Electron Corporation) при температуре 17 °С, фотопериод (день/ночь) 12/12 ч.

Результаты

По результатам лабораторного скрининга отобраны генотипы, контрастные по холодостойкости: холодоустойчивые (Кубань 3, УзРОС 7-13 и Лазурный; энергия прорастания-6,4-7,4 дней); 2) отечественные среднехолодоустойчивые (Мадина и Маржан; ЭП-9,6-9,9); 3) холодочувствительные (Лиман, энергия прорастания -10,3). Отобранные генотипы для определения холодостойкости по доле (%) фертильных колосков в метелке выращивали в течение 10 дней перед цветением при температуре +17 °С в регулируемой климатической камере. Огромное значение для процесса цветения и опыления имеют температура и солнечное освещение. Оптимальная температура для цветения - 23-28 °С, при более низкой температуре цветение задерживается [5]. Как показали экспериментальные данные, холодовой стресс ингибировал цветение во всех опытных образцах (рисунок 1).

Таблица 1. Влияние положительной низкой температуры (17 °С) на хозяйственно-ценные признаки у риса

Сорта	Вегетационный период, день		Пустозерность, шт		Содержание амилозы, %	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Кубань 3	91	98	8,6±1,1	13,3±3,0	18,2±0,2	16,5±0,4
УзРОС 7-13	133	142	17,5±1,2	32,0±2,8	20,8±0,4	29,1±0,4
Лазурный	132	141	55,5±3,5	65,0±7,0	24,0±0,7	23,2±0,2
Мадина	91	97	6,7±1,5	22,6±3,5	11,5±0,2	14,1±0,3
Маржан	90	101	4,8±0,8	19,2±2,3	23,2±0,1	18,4±1,1
Лиман	86	91	12,5±2,5	24,0±3,0	27,5±1,4	29,9±0,9



Рисунок 1. Фаза цветения у контрольных (А) и опытных (Б) образцов риса



Рисунок 2. Пустозерность метелки у сорта Маржан

В опытных вариантах у сортов Кубань 3 и Мадина начало цветения было отмечено на 7 дней позже, у сорта Лиман – на 5 дней, Маржан – на 8 дней, УзРОС 7-13 – на 2 дня по сравнению с контролем. У сорта Лазурный фаза цветения началась на 10 дней позже, чем в контроле. Продолжительность вегетационного периода в опытных вариантах увеличивалась на 5-11 дней по сравнению с контролем. Одна из причин пустозерности – влияние низких температур во время цветения. В опытных вариантах количество пустых колосков увеличивалось по сравнению с контролем: у сорта Кубань 3 – на 54%; УзРОС 7-13 – на 82%; Лазурный – на 17%; Мадина – на 237%; Маржан – на 300%; Лиман – 92% (таблица 1).

Как видно из полученных данных, воздействие низкой температуры существенно повысило процент пустозерности у отечественных сортов Мадина и Маржан (рисунок 2),

невысокий процент пустозерности имели холодостойкие сорта Лазурный (17%) и Кубань (54%) в отличие от других образцов. Следовательно, данные сорта являются сравнительно холодостойкими, что позволяет вовлекать их в селекционный процесс.

Также при низкой температуре изменялось содержание амилозы в зерновке. У сортов Кубань 3, Лазурный и Маржан содержание амилозы снизилось незначительно 10, 4 и 30% соответственно, а в остальных вариантах – УзРОС 7-13, Мадина и Лиман – содержание амилозы увеличивалось на 40, 22 и 8% соответственно по сравнению с контролем.

Выводы

Известно, что проблема холодоустойчивости решается методом гибридизации местных высококачественных сортов с формами, проявившими устойчивость к пониженным температурам. Поэтому проведенные исследования позволили оценить отечественные и зарубежные сорта риса на холодостойкость в различной фазе онтогенеза для отбора родительских форм для гибридизации. Результаты показали, что пониженная температура перед цветением приводит к снижению урожайности, что является результатом нарушения температурного режима для нормального оплодотворения, который составляет для риса 23-28 °С. В итоге это привело к повышению пустозерности у исследованных образцов.

Список литературы:

1. Коваленко, В.И. Культура риса в Казахстане / В.И. Коваленко, В.П. Дуденко. – Алма-ата, 1974. – 176 с.
2. Чиркова, Т.В. Физиологические основы устойчивости растений: Учебное пособие для студентов биологических факультетов вузов / Т.В. Чиркова. – СПб.: СПбГУ, 2002. – 244 с.
3. Report of a rice cold tolerance workshop. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines, 1979. – 139 p.
4. Juliano, B.O. A simplified assay for milled rice amylose / Cereal Sci. Today. – 1971. – V. 16. – P. 334-340.
5. Пособие рисоводу / сост. А.П. Сметанин, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой, В.Ф. Галиченко. – зерноград: Печатно-множительная группа ВНИПТИМСХ, 1995. – 70 с.

УДК 633.11:632.111.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОБОДНОГО ПРОЛИНА ПРИ ОЦЕНКЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Иванисов М.М., аспирант, Ионова Е.В., доктор сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калинин»,
347740, г. Зерноград, Россия
E-mail: ivanisov561991@yandex.ru

В статье представлены результаты изучения по степени сохранности растений озимой пшеницы после промораживания с двумя температурными режимами (-18 °С; -20 °С). Оценена возможность использования косвенного метода (определение содержания свободного пролина) при оценке морозостойкости образцов озимой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, морозостойкость, сорт, свободный пролин.

The article presents the results according to the degree of preservation of plants of winter wheat after freezing with two temperature regimes (18° C; -20° C). Evaluated the possibility of using the indirect method (determination of free proline content) in the evaluation of frost resistance of winter wheat samples.

Key words: winter wheat, frost resistance, variety, free proline.

Введение

Для предотвращения повреждений или гибели от действия низких отрицательных температур растения формируют совокупность ответных реакций на действие холода и мороза. Осенью, при понижении температуры окружающей среды, у растений наблюдается повышение содержания сахаров и других веществ, защищающих ткани растений от гибели [3].

Селекция на устойчивость к стрессам основывается на использовании физиологических признаков, характеризующих высокую пластичность и продуктивность растений в неблагоприятных условиях [1].

Показано, что при стрессовых воздействиях в клетках растений активируется синтез белков стресса, возрастает содержание растворимых углеводов, стабилизирующих цитоплазму, а также свободной аминокислоты пролина [4].

Пролин – гетероциклическая аминокислота, содержание которой увеличивается при стрессовых воздействиях. Азот пролина может составлять более половины азота всех свободных аминокислот, а сам он легко вовлекается в окислительные процессы даже при наличии углеводов.

Одна из основных функций пролина – защитная. Гидрофильные группы этой аминокислоты связываются с гидрофильными участками белков, повышая гидрофильность, что предотвращает их денатурацию и способствует поддержанию оводненности даже при снижении общего содержания воды в клетке. Другая функция связана с влиянием на ростовые процессы: известна корреляция между степенью их затухания и интенсивностью накопления свободного пролина у контрастных по устойчивости к отрицательным температурам растений [2, 4].

Заметное увеличение содержания свободного пролина в различных органах растений при стрессах вызывает интерес многих исследователей в связи с возможностью использования этого показателя в качестве биохимического маркера в защитных реакциях растений [5].

Материал и методы

В качестве исходного материала использованы 16 сортов и линий озимой мягкой пшеницы трех научных учреждений (ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, ДЗНИИСХ): Капитан, Лидия, Изюминка, Лилит, Ермак, Адмирал, Аскет, Капризуля, 260/09, Краса Дона (488/07), 727/11, Донская безостая, Дон 107, Таня, Донская лира, Тарасовская 29.

Морозостойкость сортов мягкой озимой пшеницы определяли промораживанием растений, выращенных в посевных ящиках, в камерах КТВ-20-002 по методике Харьковского НИИРСиГ.

Определение содержания свободного пролина до и после охлаждения проводилось по методике Бэйтса. Охлаждение образцов проводилось по схеме: трое суток при +10 °С, трое суток при +5 °С, трое суток при 0 °С.

Результаты

Установлено, что при промораживании посевных ящиков с исследуемыми образцами при температуре -18 °С сохранность изменялась от 50,8 до 94,8% (рисунок 1).

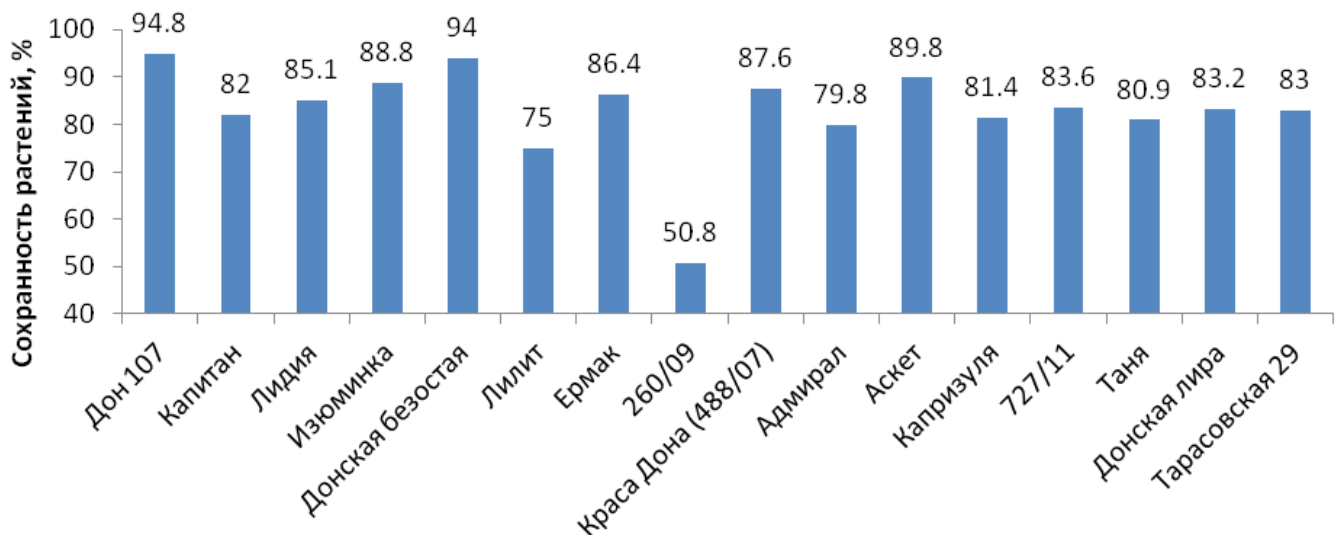


Рисунок 1. Сохранность растений озимой мягкой пшеницы при температуре промораживания -18 °С

Наименьшая морозостойкость отмечена у линии 260/09 (50,8%) , самая высокая – у сортов Дон 107 (94,8%), Донская безостая (94,0%) и Аскет (89,8%). Процент сохранившихся растений после проморозки при температуре -20° С варьировал от 32,3% у линии 260/09 до 90,3% сорта Донская безостая (рисунок 2).

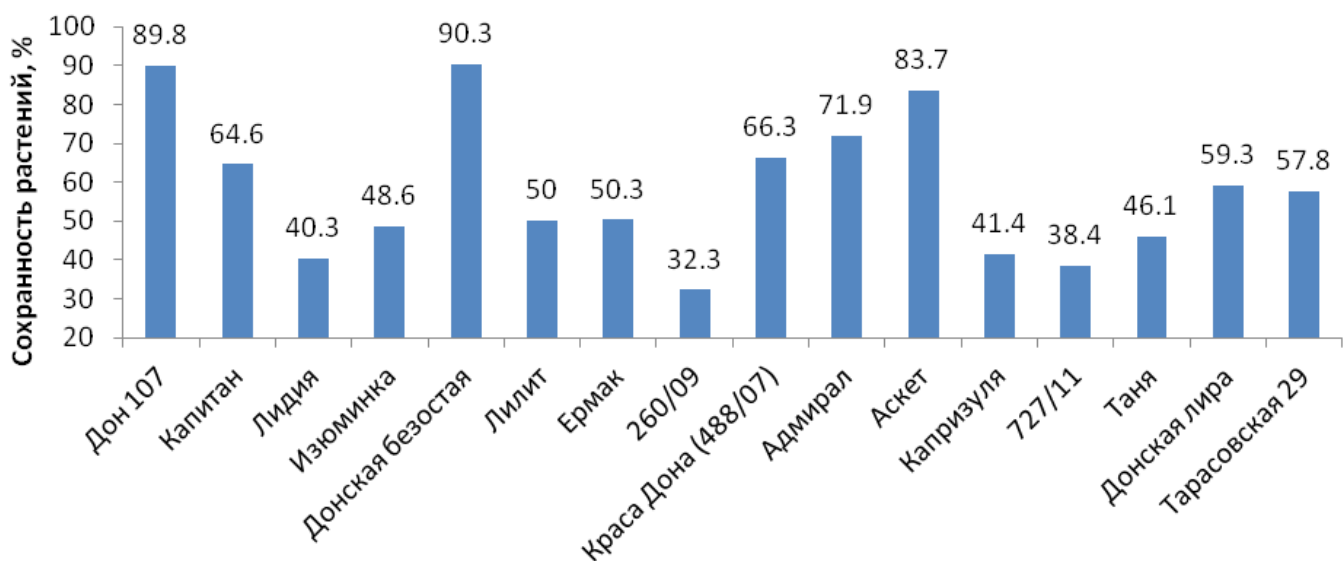


Рисунок 2. Сохранность растений озимой мягкой пшеницы при температуре промораживания -20 °С.

Высокий показатель сохранности растений имели сорта Дон 107 (89,8 %) и Аскет (83,7 %). Стоит отметить сорта с процентом сохранившихся растений выше 60: Адмирал (71,9 %), Краса Дона (66,3 %) и Капитан (64,6 %).

Накопление пролина помогает растениям адаптироваться к неблагоприятным условиям, защищая от инактивации белки, ДНК, ряд ферментов и другие важнейшие клеточные компоненты, обуславливающие жизнеспособность клетки. Было проведено определение содержания свободного пролина до и после охлаждения (таблица 1).

Таблица 1. Содержание свободного пролина в листьях озимой пшеницы до и после охлаждения

Сорт	Содержание свободного пролина до охлаждения, мкг/г	Содержание свободного пролина после охлаждения, мкг/г	Увеличение содержания свободного пролина после охлаждения, мкг/г
Дон 107	286,1	349,7	63,6
Капитан	285,2	340,3	55,1
Лидия	286,5	339,1	52,6
Изюминка	290,4	345,9	55,5
Донская безостая	287	361,8	74,8
Лилит	286,5	343,2	56,7
Ермак	282,9	326,6	43,7
260/09	290,4	325,2	34,8
Краса Дона	282,5	341,4	58,9
Адмирал	282,7	354	71,3
Аскет	286,3	349	62,7
Капризуля	282,7	334	51,3
727/11	286,7	345,7	59
Таня	285,4	340,4	55
Донская лира	282,9	355,4	72,5
Тарасовская 29	289,9	341,8	51,9
НСР05	7,5	7,2	10,7

До охлаждения содержание свободного пролина у всех исследуемых образцов находилось в пределах от 282,5 до 290,4 мкг/г, существенных различий между ними не отмечено. После охлаждения образцов произошло увеличение содержания свободного пролина в листьях. Оно варьировало от 325,2 до 361,8 мкг/г. Максимальное содержание пролина отмечено в листьях сортов: Донская безостая (361,8 мкг/г), Донская лира (355,4 мкг/г), Адмирал (354 мкг/г), Изюминка (349,9 мкг/г), Дон 107 (349,7 мкг/г) и Аскет (349,0 мкг/г). Минимальное содержание свободного пролина определено в образцах: 260/09 (325,2 мкг/г), Ермак (326,6 мкг/г), Капризуля (334 мкг/г). Прибавка свободного пролина после охлаждения находится в пределах от 34,8 до 74,8 мкг/г. Максимальное увеличение содержания отмечено в листьях сортов Донская безостая (74,8 мкг/г), Донская лира (72,5 мкг/г), Адмирал (71,3 мкг/г), Дон 107 (63,6 мкг/г) и Аскет (62,7 мкг/г).

По результатам корреляционного анализа наблюдается достоверная положительная связь между сохранностью растений и содержанием свободного пролина после охлаждения ($r=0,58$). Наблюдается положительная связь между сохранностью растений и увеличением содержания свободного пролина после охлаждения ($r=0,60$).

Выводы

В результате проведенных исследований наиболее высокий уровень сохранности растений после проморозки ($t -18^{\circ}\text{C}$, $t -20^{\circ}\text{C}$) отмечен у сортов Донская безостая, Дон 107 и Аскет. Максимальное содержание свободного пролина после охлаждения имели следующие изучаемые образцы: Донская безостая (361,8 мкг/г), Донская лира (355,4 мкг/г), Адмирал (354 мкг/г), Изюминка (349,9 мкг/г), Дон 107 (349,7 мкг/г) и Аскет (349,0 мкг/г). Наибольшую прибавку свободного пролина имели такие сорта, как Донская безостая (74,8 мкг/г), Донская лира (72,5 мкг/г), Адмирал (71,3 мкг/г), Дон 107 (63,6 мкг/г)

и Аскет (61,7 мкг/г).

Между морозостойкостью и содержанием свободного пролина после охлаждения наблюдается достоверная положительная связь. При увеличении степени морозостойкости озимой пшеницы увеличивается содержание свободного пролина после охлаждения.

Установлена положительная связь между морозостойкостью и прибавкой свободного пролина после охлаждения. С увеличением морозостойкости более интенсивно накапливается свободный пролин в растениях под влиянием низких температур.

Список литературы:

1. Иванисов, М.М. Изучение морозостойкости сортов и линий озимой мягкой пшеницы / М.М. Иванисов, Е.В. Ионова // *Зерновое хозяйство*. - 2015. - №6. - С. 38-42.
2. Перуанский, Ю.В. Свободный пролин вегетативных органов - биохимический показатель морозостойкости озимой пшеницы / Ю.В. Перуанский, А.П. Стаценко // *Сельскохозяйственная биология*. - 1981. - №16(5). - С. 740-743.
3. Поморцев, А.В. Морозостойкость и динамика содержания углеводов у озимых злаков в осенне-зимне-весенний период / А.В. Поморцев, Н.В. Дорофеев, А.А. Пешкова, Е.В. Бояркин // *Вестник ИРГСХА*. - 2012. - № 49. - С. 33-40.
4. Шиленков, А.В. Содержание пролина в прорастающих семенах гречихи и их качество при действии импульсного давления и пониженных температур / А.В. Шиленков, Н.Г. Мазей, Е.Э. Нефедьева, В.Н. Хрянин // *Сельскохозяйственная биология*. - 2008. - №5. - С. 70-77.
5. Практикум по физиологии и биохимии растений (белки и ферменты): Учебно-методическое пособие / Ю.Ю. Невмержицкая, О.А. Тимофеева. - Казань: Казанский университет, 2012. - С. 36.

УДК: 633/635:631.52; 633.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ В СЕЛЕКЦИИ РИСА С ОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ

^{1,2}Казкеев Д.Т. PhD- докторант, ¹Рысбекова А.Б. кандидат биологических наук, ¹Усенбеков Б.Н. кандидат биологических наук, ^{1,2}Жанбырбаев Е.А., докторант, ¹Сартбаева И.А., докторант, ¹Беркимбай Х.А.

¹Институт биологии и биотехнологии растений,
050040, г. Алматы, Республика Казахстан,

²Казахский национальный аграрный университет,
050010, г. Алматы, Республика Казахстан,

E-mail: gen_dauren@mail.ru aiman_rb@mail.ru

Проведено сравнение двух ауксинов: 2,4- Д (2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота) и фенилуксусной кислоты (ФУК-α-толуиловая кислота) на способность индукции каллусов и регенерации растений в культуре пыльников риса с окрашенным перикарпом. В работе были использованы 10 гибридов, 12 линий, обработанных азидом натрия (NaN₃) в концентрациях 1, 3, 5 мМ, 4 линии и 6 сортов риса с окрашенным перикарпом. Получены зеленые растения-регенеранты из следующих генотипов: F₁ Yir 5815/Маржан, F₁ Yir 5815/Пак-Ли, Yir 5815, Кырмызы, Рубин 1мМ.

Ключевые слова: рис с окрашенным перикарпом, 2,4 Д, фенилуксусная кислота, культура пыльников, регенерант, дигаплоид.

Comparison of two auxins - 2,4 D and phenylacetic acid (PAA) on ability of induction of callus and regeneration of plants in anther culture of colored rice were carried out. In work 10 hybrids, 12 lines the processed by sodium azide in concentration 1, 3, 5 мМ, 4 lines and 6 varieties of colored rice have been used. Green regenerant plants from the following genotypes were obtained: F₁Yir 5815/Marjan, F₁Yir 5815/Pak-Lee, Yir 5815, Kyrmyza, Rubin 1 мМ.

Key words: *colored pericarp rice, 2,4 Д, phenyl acetic acid, anther culture, regenerants, doubled haploid.*

Введение

Известно, что в последнее время все большее внимание привлекают сорта риса с окрашенным перикарпом, имеющими черный, коричневый, красный и розовый цвета зерновок. В отличие от белого шлифованного риса, такие зерновки богаты биологически активными веществами, антиоксидантами, витаминами, макро- и микроэлементами. На рынке Казахстана присутствуют такие импортируемые сорта, но они дороже белозерных как минимум в 5 и более раз. Для обеспечения продовольственной безопасности страны создание отечественных сортов риса с окрашенным перикарпом является актуальной проблемой.

В настоящее время для ускорения селекционного процесса применяют метод гаплоидной биотехнологии для получения гомозиготных линий. Гаплоидные растения могут использоваться селекционерами для изучения взаимодействия генов, определения групп сцепления, при создании генетических карт на основе молекулярных маркеров и идентификаций локусов количественных признаков (QTL) [1, 2]. Для получения гаплоидов риса наиболее эффективным является метод культуры изолированных пыльников и микроспор [3]. С применением метода культуры пыльников и микроспор созданы ряд сортов и улучшенных линий риса в Китае, Корее, Японии, Соединенных Штатах, России, Италии и многих других странах [4, 5]. Успех получения гаплоидов в культуре пыльников зависит от следующих факторов: генотипа, условий выращивания донорных растений, состава питательной среды, способа стрессовой обработки, стадий развития микроспоры и условий культивирования пыльников в питательной среде. Ряд исследователей применяли гормон ФУК для индукции каллусов в культуре злаковых, при этом установлено, что ФУК в индукционной среде положительно влиял на регенерацию зеленых растений в культуре пыльников риса и пшеницы [6, 7]. Leuba и LeTourneau сообщили, что применение ФУК в питательной среде стимулирует рост каллусных и суспензионных культур некоторых двудольных видов [8]. Поэтому было проведено исследование влияния гормонов 2,4 Д и ФУК на частоту индукции и регенерации растений в культуре пыльников риса с окрашенным перикарпом.

Материалы и методы

Все донорные растения риса для культуры пыльников выращивали в оранжерее ИББР. Стебли с метелками срезали и помещали в холодильник для холодовой обработки при температуре +4 °С на 5-7 суток. С целью получения дигаплоидов пыльники риса с окрашенным перикарпом культивировали на двух питательных средах на основе N₆ [9] среды: 1) N₆-К – контроль с 2 мг/л 2,4 Д и 2) N₆, содержащая 10 мг/л ФУК. В течение 30-40 дней пыльники культивировали до образования каллусов. В дальнейшем каллусы с диаметром больше 3 мм пассировали на регенерационную среду Мурасиге и Скуга [10], содержащую 5 мг/л БАП и 0,5 мг/л ИУК. Зеленые проростки растений пассировали на среду, содержащую половину макро-, микроэлементов, хелата железа, 30 г/л сахарозы и 1 мг/л ИУК. Зеленые растения-регенеранты с хорошо развитой корневой системой извлекали из пробирок, отмывали от питательной среды и помещали в сосуды с водопроводной водой на 7 суток для адаптации в *in vivo*. После адаптации переводили в почвенно-торфяную смесь и культивировали в оранжерее ИББР до полного созревания.

Результаты

В первой серии экспериментов проведено сравнение действия гормонов 2,4 Д и ФУК на частоту индукции каллусов в культуре пыльников риса с окрашенным перикарпом у образцов, обработанных различными концентрациями мутагена азид натрия (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, гормон 2,4 Д был более эффективен по сравнению с ФУК в индукционной среде. У сорта Мавр в контроле частота индукции каллусов на среде N₆ с 2 мг/л 2,4 Д составила 5,6%, тогда как на среде с ФУК частота индукции была нулевой. Линии сортов риса, обработанные азидом натрия в концентрациях 1, 3 и 5 мМ, из

генотипов Yir 5815, Рубин и Мавр не индуцировали каллусы, или частота была совсем низкой. Только у образца Yir 5815 5мМ получен один альбинос-регенерант на среде N₆ с 10 мг/л ФУК.

Таблица 1. Влияние гормонов 2,4 Д и ФУК на частоту индукции каллусогенеза в культуре пыльников М₂ растений риса, обработанных азидом натрия

Генотип	Питательные среды			
	N ₆ 2 мг/л 2,4 Д		N ₆ 10 мг/л ФУК	
	Количество культивированных пыльников, шт.	Частота индукции каллусов, %	Количество культивированных пыльников, шт.	Частота индукции каллусов, %
Мавр контроль	160	5,6	160	-
Мавр 1мМ	100	-	260	-
Мавр 3мМ	100	-	100	-
Мавр 5мМ	160	5	100	1,0
Yir 5815 контроль	200	3,5	220	0,9
Yir 5815 1мМ	180	3,3	160	2,5
Yir 5815 3мМ	160	3,5	140	3,2
Yir 5815 5мМ	160	7,8	140	4,5
Рубин контроль	180	-	180	-
Рубин 1мМ	180	2,1	160	-
Рубин 3мМ	160	-	180	-
Рубин 5мМ	180	-	180	-
Черный рис контроль	200	1,0	220	1,8
Черный рис 1мМ	100	1,1	100	3,0
Черный рис 3мМ	180	2,2	140	3,0
Черный рис 5мМ	160	3,3	160	1,6

Обработанный азидом натрия сорт Мавр в концентрации 1, 3 и 5 мМ не индуцировал каллусы, тогда как в контроле у Мавра частота каллусогенеза составила 2,81%. Из исследованных образцов наибольшей способностью к регенерации зеленого и альбиносных растений обладал сорт Yir 5815 контроль, где частота регенерации составило 0,71 и 83,3% соответственно. В обработанных вариантах Yir 5815 1мМ, Yir 5815 3мМ и Yir 5815 5мМ получены альбиносные растения-регенеранты с частотой 80, 0,62 и 26,3% соответственно. У сорта Рубин и обработанных вариантов частота каллусогенеза варьировала от 8,4% в контроле до 0% в 5мМ и неспособна к регенерации зеленых и альбиносных растений. Черный рис также обладал низкой способностью каллусогенеза и регенерации растений.

В связи с низкой частотой индукции каллусов на среде N₆ 10 мг/л ФУК дальнейшая индукция каллусов в культуре пыльников проводилась на среде N₆ с 2 мг/л 2,4 Д (таблица 2).

Таблица 2. Частота регенерации гибридов, линий и сортов в культуре пыльников риса с окрашенным перикарпом

Генотип	Количество пыльников, шт	Количество каллусов, шт	Каллусогенез, %	Регенерация зеленых растений, %	Альбиносные растения, %
Гибриды					
F ₁ Yir 5815/Маржан	220	6	2,72	0,45	-
F ₁ Yir 5815/ПакЛи	480	46	9,58	2,17	-
F ₁ Рубин/ПакЛи	120	6	5	-	-
F ₁ Рубин/Баканасский	1020	27	2,64	-	-
F ₁ Рубин/Маржан	1180	78	6,61	-	-
F ₁ Черный рис/Баканасский	760	21	2,76	-	9,52
F ₁ Черный рис/Мадина	700	15	2,14	-	-
F ₁ Черный рис/КазНИИР 5	220	11	5,0	-	-
F ₁ Черный рис/Маржан	480	17	3,54	-	5,88
F ₁ Черный рис/Анаит	620	15	2,41	-	13,33
Линии и формы					
НВ-1 Black rice	820	8	0,97	12,5	-
Черный рис Филиппины	200	7	3,5	-	-
V 20 Red	180	16	8,8	-	-
К о 298 R краснозерный	380	1	0,26	-	-
К 1323, краснозерный	1360	20	1,47	-	-
К 487 Кырмызы	1060	25	2,35	4,0	-

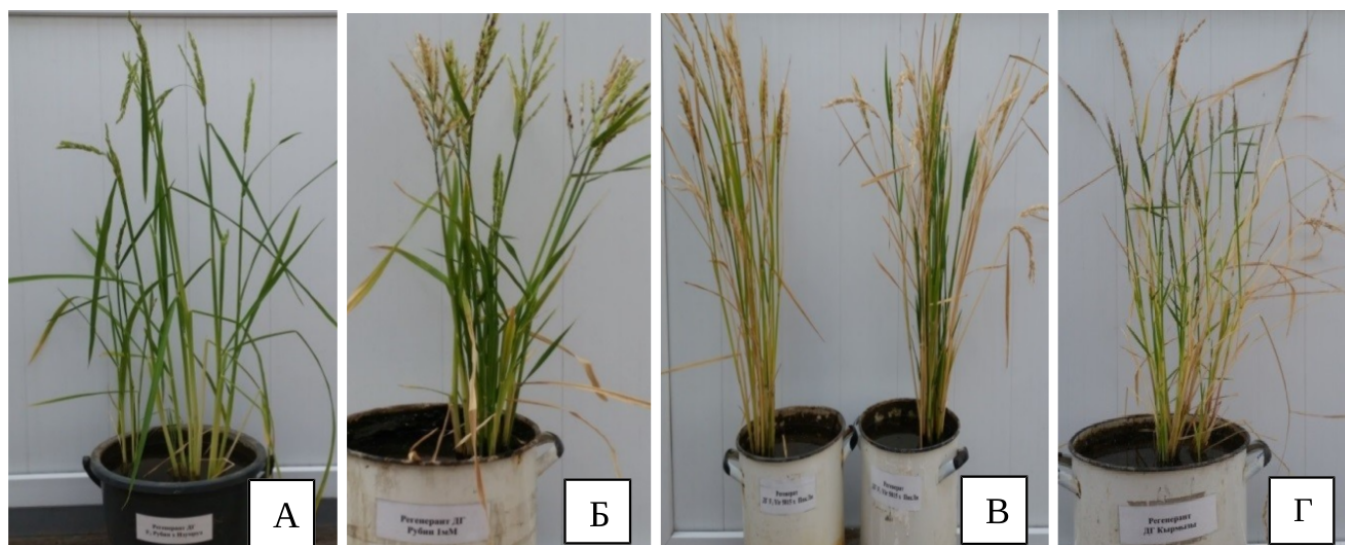


Рисунок 1. Регенеранты в оранжерее ИББР

А - ДГ F₁ Рубин/Изумруд; Б - ДГ Рубин 1мМ; В - ДГ F₁Yir 5815/ПакЛи; Г- ДГ Кырмызы

Как видно из таблицы 2, наибольшая частота индукции каллусогенеза на среде N₆ отмечена у образцов F₁ Yir 5815/ ПакЛи, V 20 Red, F₁ Рубин/Маржан. Наибольший процент регенерации альбиносных растений наблюдали у генотипа F₁ Черный рис/Анаит-13,33 и F₁ Черный рис/Баканасский - 9,52% .

Зеленые растения-регенеранты получены из следующих генотипов: F₁ Yir 5815/Маржан, F₁ Yir 5815/ПакЛи, НВ-1 Black rice, Красный микс (Краснодар), стародавний сорт Кырмызы (рисунок 1), где частота регенерации зеленых растений составила 0,45, 12,5, 7,1 и 4,0% соответственно. Следует отметить, что дигаплоид, созданный из краснозерного сорта Кырмызы, созревает на уровне исходного сорта (100 дней).

Выводы

Установлено, что гормон 2,4 Д в индукционной среде в количестве 2 мг/л является более эффективным по сравнению с гормоном ФУК 10 мг/л. Выявлена генотипическая зависимость индукции каллусов, низкая отзывчивость и высокая частота регенерации альбиносных растений среди исследованных генотипов. Регенерированы и получены зерновки дигаплоидов из следующих генотипов: F₁ Yir 5815/Маржан, F₁ Yir 5815/ПакЛи, Yir 5815, Кырмызы, Рубин 1мМ.

Список литературы:

1. Forster, B.P. Doubled Haploids in Genetics and Plant Breeding / B.P. Forster, and W.T.B. Thomas, // Plant Breeding Reviews. – 2005. – V. 25. – P. 57-88.
2. Jana Murovec Haploids and Doubled Haploids in Plant Breeding / Jana Murovec and Borut Bohanec // Plant Breeding. – 2012. – V. 12. – P. 352.
3. S.M. Shahinul Islam Efficient Microspore Isolation Methods for High Yield Embryoids and Regeneration in Rice (*Oryza sativa* L.) / S.M. Shahinul Islam, Ara Israt, Tuteja Narendra, Subramaniam Sreeramanan // World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Bioengineering and Life Sciences. – 2014. – V. 1. – N. 12. – P. 819-824.
4. Gupta, P.K. Haploidy in Higher Plants: Cytogenetics. 1st Edn., India, Rastogi Publication, Shivaji Road Meerut / P.K. Gupta. – 1999. – P. 116-119.
5. Niizeki, H. Anther (pollen) Culture / H. Niizeki // Science of Rice Plant Genetics. – 1997. – V. 3. – P. 691-697.
6. Zhuo, L.S. Phenylacetic acid stimulation of direct shoot formation in anther and somatic tissue cultures of rice *Oryza sativa* L. / L.S. Zhuo, H.M. Si, S.H. Cheng, Z.X. Sun / Plant Breeding. -- 1996. – V. 115. – P. 295-300
7. Ziauddin, A. Improved plant regeneration from shed microspore culture in barley (*Hordeum vulgare* L.) cv. Igri / A. Ziauddin, E. Simion, K.J. Kasha / Plant Cell Rep. – 1990. – V. 9. – P. 69-72.
8. Leuba, V. Auxin activity of phenylacetic acid in tissue culture / V.Leuba, Le Tourneau D. // J. Plant Growth Regul. – 1990. – V. 9. – P. 71-76.
9. Chu, C.C. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources / C.C. Chu, C.S. Wang, C.C. Sun, C. Hsu, K.C. Yin, C.Y. Chu, F.Y. Bi / Scientia Sinica. – 1975. – V. 18. – P. 659-668.
10. Murashige, T. Physiol // T. Murashige and F. Skoog. – 1962. – Plant, 15. – P. 473-497.

УДК 633.181.2:631.53.027.2

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИЙ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

**Калиевская Ю.П., Костылев П.И., доктор сельскохозяйственных наук,
Тесля М.В., аспирант**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
им. И.Г. Калининко»
347740, Россия, г. Зерноград
E-mail: kalievskajarambler.ru@yandex.ru

Урожайность риса можно повысить, применяя сортировку семян на фракции по размеру и используя различные стимулирующие препараты для предпосевной обработки семян. В условиях Пролетарского района Ростовской области у сортов риса Боярин, Светлый, Магнат было изучено влияние на урожайность зерна четырех стимуляторов роста, отличающихся друг от друга по химическому составу и механизму действия на растения. Семена риса распределили на 3 фракции – 2,3, 2,2, 2,0 мм, а для сорта риса Магнат – 2,2, 2,0, 1,7 мм. Растения, выращенные из семян крупной фракции, как правило, формировали больший урожай. Препараты способствовали повышению зерновой продуктивности риса в зависимости от сорта и варианта обработки более одной т/га. Для повышения урожайности зерна риса рекомендуется все сорта обрабатывать Фертигрейном и Экстрасолом.

Ключевые слова: рис, фракции, стимуляторы, урожайность, масса 1000 зерен, число зерен в метелке, густота стеблестоя.

The yield of rice can be enhanced by applying to seeds sorted according to their size fraction and various stimulants and drugs. In the context of the Proletarian District of Rostov Region in the varieties of rice Boyarin, Svetlyi, Magnat studied the effect on grain yield four growth promoters, differing chemical composition and different mechanisms of action in the plant. rice seeds were divided into 3 fractions - 2.3, 2.2, 2.0 mm. Plants grown from seeds of the coarse fraction, as a rule, formed a higher yield. Drugs helped to improve the productivity of grain of rice, depending on the variety and treatment options more than 1 t / ha. To increase the yield of rice grain is recommended to handle all varieties by Fertigreyne and Ekstrasol.

Key words: rice, stimulants, yield, 1000 grain weight, number of grains per panicle, density of stems.

Введение

В условиях России рис высевается семенами на поле в отличие от традиционной рассадной культуры. Такие условия и биологические особенности культуры обуславливают сравнительно низкую полевую всхожесть (30-50%), что приводит к изреженности посевов, неравномерному созреванию, усложнению уборки, и в конечном итоге снижает урожайность и качество зерна. Эти же обстоятельства осложняют и выращивание высококачественных семян. О значении качества семян в повышении урожайности риса свидетельствует то, что при посеве семян 1-2 класса по всхожести урожайность повышается на 10-15% по сравнению с посевом семян 3-го класса. При средней урожайности риса 4,5 т/га это дает возможность увеличить сбор зерна на 0,4-0,6 т/га, сэкономив при этом 50-100 кг семенного зерна на 1 га.

Повысить эффективность семеноводства риса можно в первую очередь путем повышения урожайных свойств семян, совершенствования приемов семеноводства, путем совершенствования послеуборочной обработки и хранения. Основными показателями урожайных свойств семян риса является способность давать равномерные и устойчивые к неблагоприятным условиям всходы и отсутствие в них примесей. Этим требованиям отвечают чистосортные, хорошо выполненные, нетравмированные семена с крупным, обогащенным фосфорными и азотистыми соединениями, зародышем. Такие семена

формируются в оптимальных экологических условиях, с применением рациональной технологии возделывания, уборки, послеуборочной обработки, хранения, а также с использованием специальных семеноводческих приемов. Для выделения биологически полноценной фракции сортирование семян по толщине должно проводиться на решетках с прямоугольными отверстиями: тонкозерных сортов – с размером отверстий 2,0 x 20 мм, округлозерных – 2,2 x 20 мм [1]. (Апрод А.И., 1982).

Некоторые авторы сообщали о значении крупности семян зерновых культур для повышения урожайности [2, 3]. (Кучумов П.В., 1953; Писаренко Г.С., 1972). На озимой пшенице выявлено, что калибровка семян и использование на посев более крупных фракций (2,6 мм) способствует увеличению на 2,5-4,2% полевой всхожести, на 22-27% – силы начального роста и на 24,6-36,1% – урожайности в первые два года пересева [4]. (Фирсова Т.И., 2006).

Эти вопросы для риса в условиях Ростовской области изучены недостаточно, что и вызвало необходимость нашего исследования.

Целью исследований являлось изучение влияния фракционного состава семян и стимуляторов на семенную продуктивность риса и элементы структуры урожая.

Материал и методика

Семена риса Боярин, Светлый и Магнат распределили на 3 фракции. Для сортов Боярин и Светлый оптимальными фракциями оказались 2,3, 2,2, 2,0 мм, для мелкозерного сорта Магнат – 2,2, 2,0, 1,7 мм. Для обработки семян использовали стимуляторы роста, отличающиеся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения: Экогель, Экстрасол, Мелафен, Фертигрейн (1 л/т, 1 л/га).

Опыт был заложен в 2015 году на базе ФГУП «Пролетарское», предшественник – мелиоративное поле, повторность – трехкратная, площадь делянок 10 м². Рис выращивали согласно «Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области» [5]. (Костылев П.И. и др., 2004). Посев производили сеялкой ССФК-7. На протяжении вегетационного периода проводили фенологические наблюдения. В фазе полной спелости риса отобрали снопы с делянок ¼ метра для проведения структурного анализа. Уборку проводили в фазе полной спелости риса комбайном КС-575 с учетом влажности зерна. Обработку полученного числового материала проводили методом дисперсионного анализа [6]. (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты

У сорта Боярин наибольшая урожайность была получена на крупнозерной фракции (9,24 т/га) при обработке стимулятором роста Фертигрейн (рис. 1). Также хорошая урожайность наблюдалась на мелкозерной фракции при обработке Экогелем (8,89 т/га) и Экстрасолом (9,05 т/га). При обработке препаратом Мелафен сильных различий между фракциями выявлено не было, но наибольшая урожайность была получена на среднезерной фракции (8,96 т/га). В среднем по сорту Боярин было установлено, что растения, выращенные из семян мелкой фракции, сформировали больший урожай [7]. (Калиевская Ю.П. и др., 2015).

Влияние элементов структуры урожая

При обработке Фертигрейном и Экогелем крупнозерной фракции семян сорта Боярин существенно увеличилась густота продуктивного стеблестоя (рис. 2), что привело к повышению продуктивности. На среднезерной фракции это наблюдалось при обработке Экстрасолом, при обработке Мелафеном были незначительные различия между мелкозерной и крупнозерной фракциями.

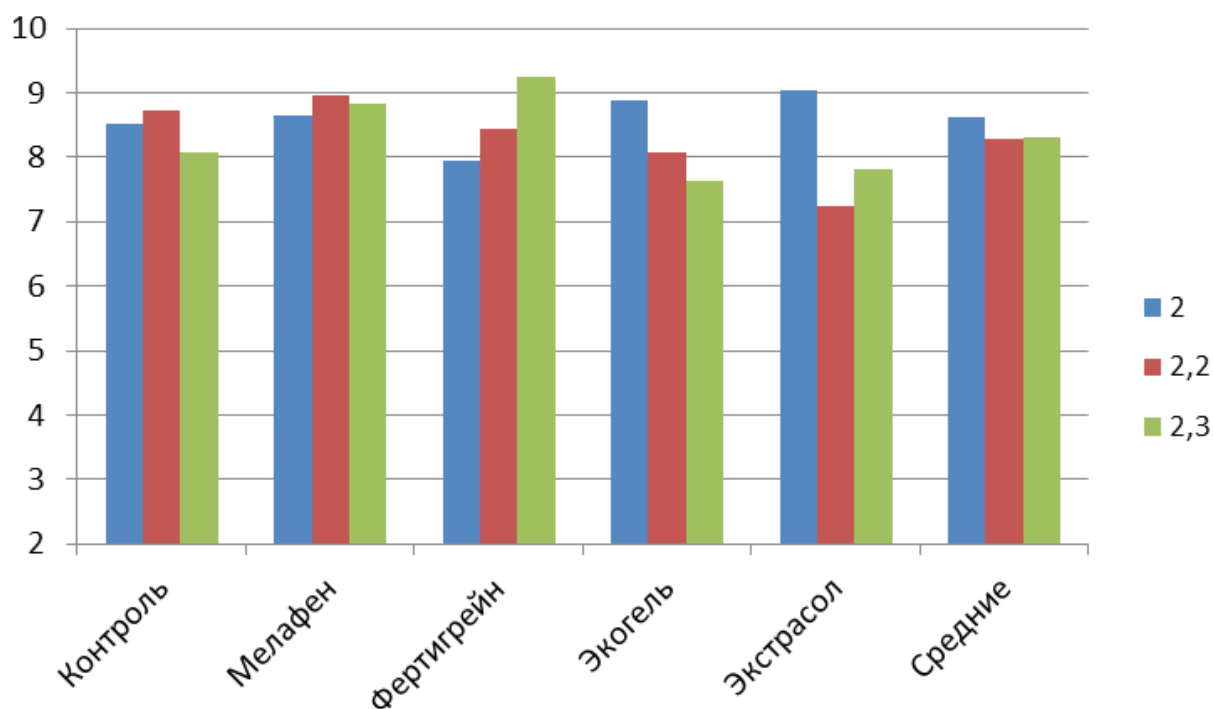


Рисунок 1. Урожайность (т/га) сорта риса Боярин в зависимости от стимуляторов и фракционного состава семян

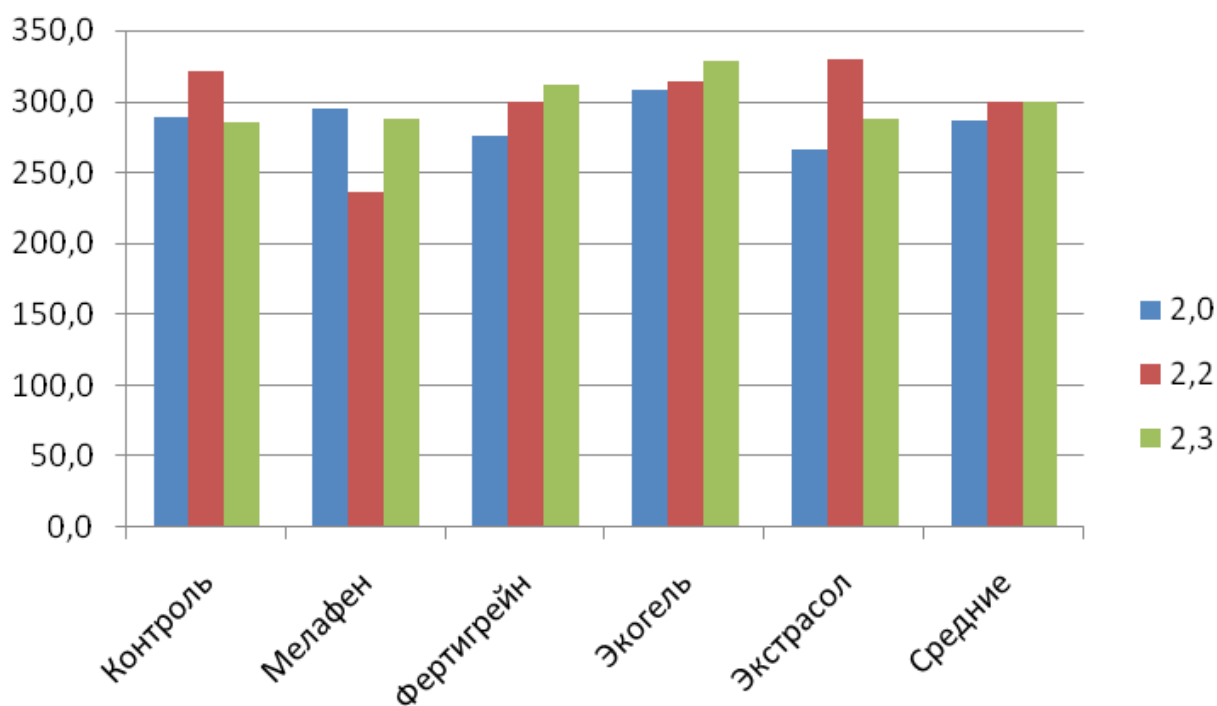


Рисунок 2. Густота продуктивного стеблестоя сорта риса Боярин, шт./м²

Увеличение числа зерен на метелке у сорта Боярин наблюдалось на мелкозерной фракции при обработке Мелафеном, Фертигрейном и Экстрасолом (рис. 3). В среднем по опыту различия между фракциями были незначительными.

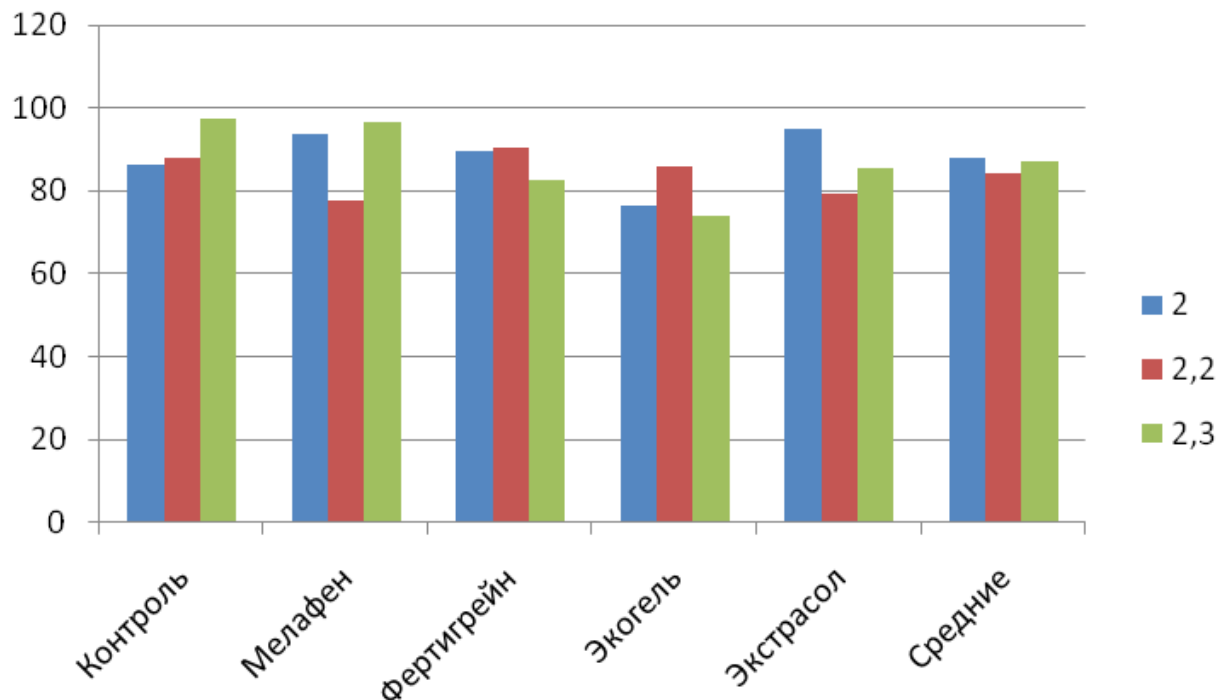


Рисунок 3. Число зерен на метелке сорта риса Боярин, шт.

Обработка препаратами не привела к увеличению массы 1000 зерен у растений из мелкой и крупной фракции семян. На среднезерную фракцию существенно повлияла обработка Мелафеном и в меньшей степени - Экогелем и Экстрасолом (рис. 4).

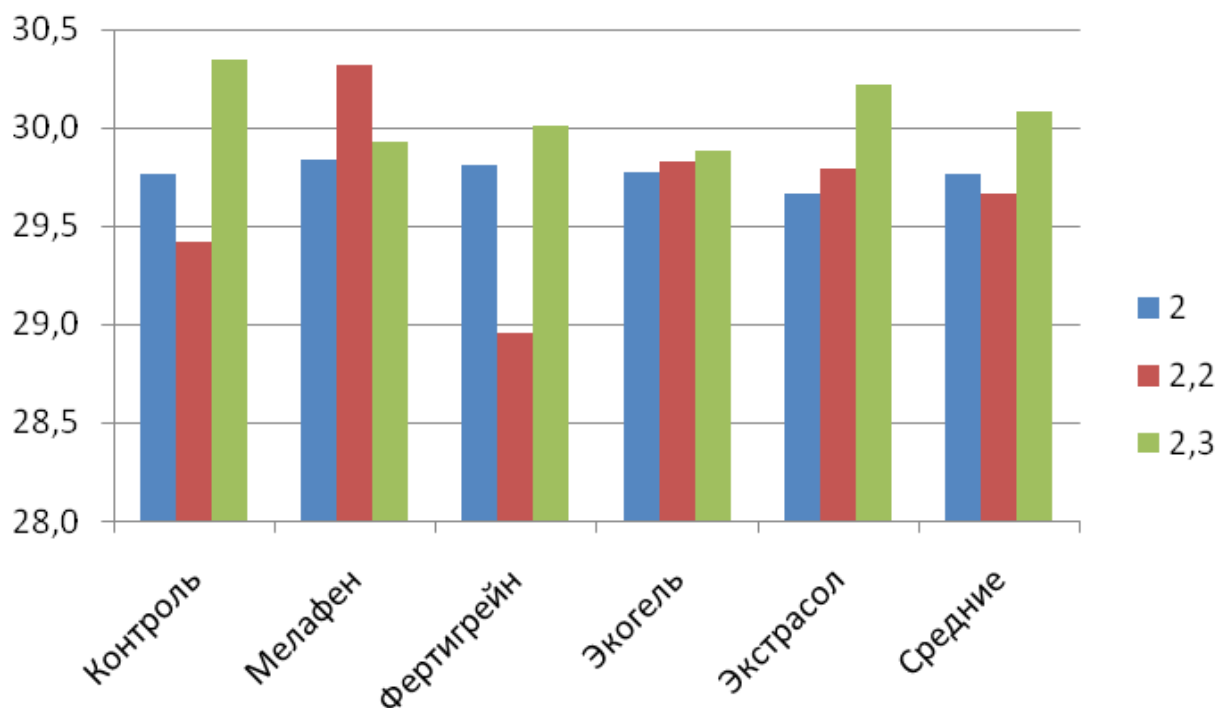


Рисунок 4. Масса 1000 зерен сорта риса Боярин, г

У сорта Светлый наибольшая урожайность наблюдалась на крупнозерной фракции при обработке Фертигрейном (6,0 т/га) и на мелко- и среднезерной фракции при обработке Экстрасолом (5,9 т/га) (рис. 5). Повышение урожайности также отмечено на среднезерной фракции при обработке стимулятором Мелафеном и Экогелем: до 5,25 и 5,57 т/га, что на 0,11 и 0,43 т/га выше по сравнению с контролем.

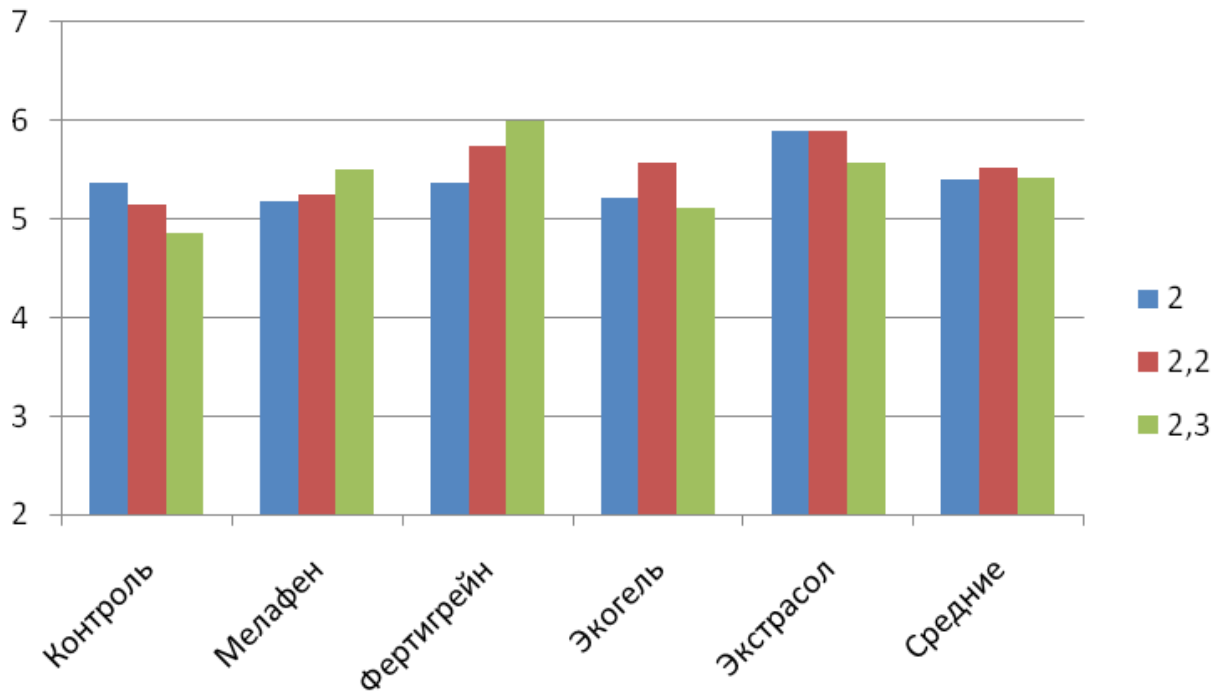


Рисунок 5. Урожайность (т/га) сорта риса Светлый в зависимости от стимуляторов и фракционного состава семян

При обработке крупнозерной и мелкозерной фракции семян риса сорта Светлый густота продуктивного стеблестоя не увеличилась по сравнению с контролем. Увеличение числа стеблей наблюдалось лишь на среднезерной фракции при обработке Фертигрейном (рис. 6).

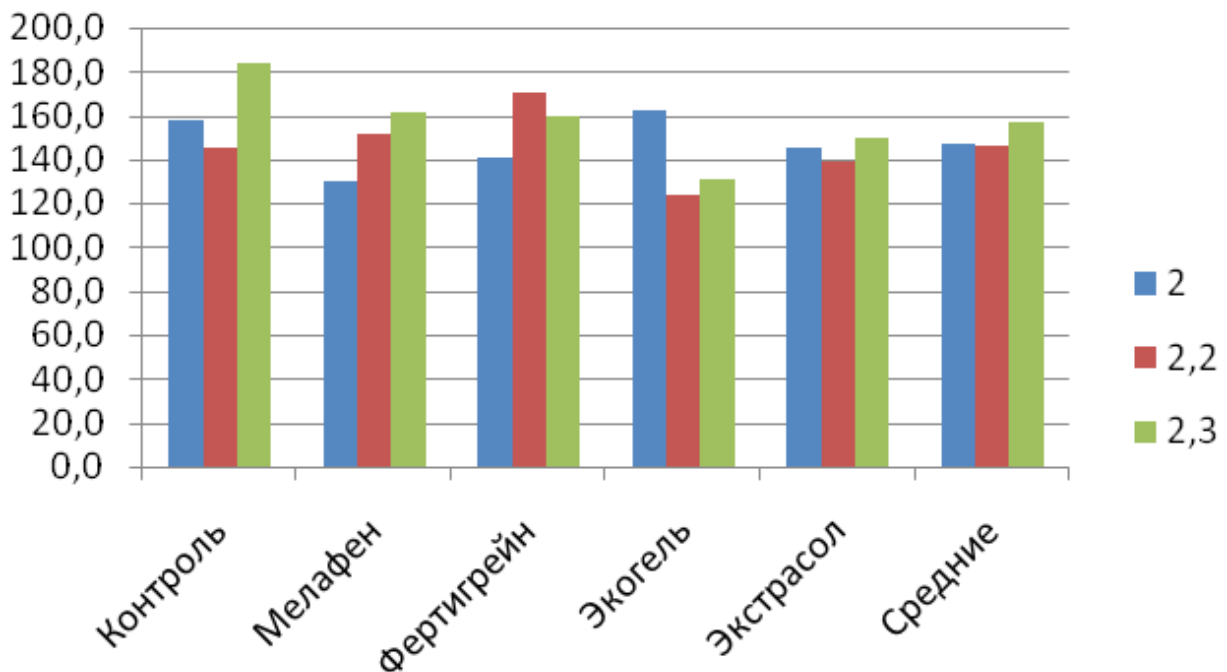


Рисунок 6. Густота продуктивного стеблестоя сорта риса Светлый, шт./м²

Увеличение числа зерен на метелке было отмечено при обработке всеми препаратами крупнозерной фракции (рис. 7). Увеличение этого признака при воздействии на среднезерную фракцию произошло при обработке Мелафеном, Экогелем и Экстрасолом. Препарат Фертигрейн повысил число зерен на метелках растений из мелкозерной фракции семян.

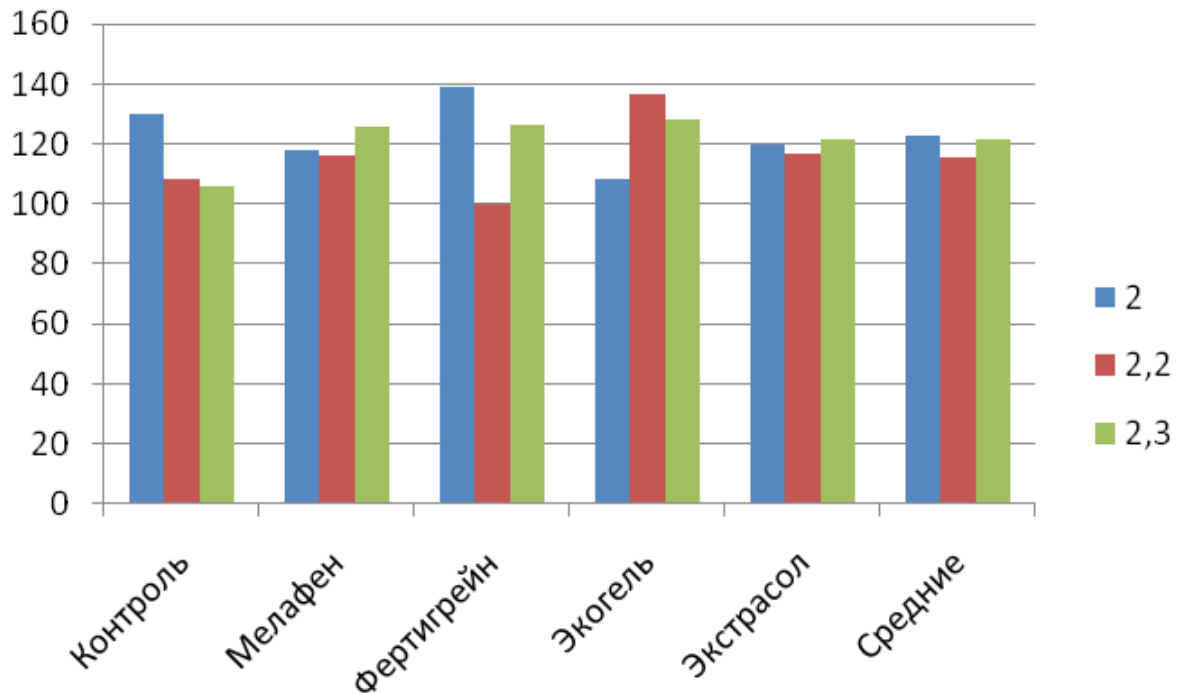


Рисунок 7. Число зерен на метелке сорта риса Светлый, шт.

Масса 1000 зерен сорта риса Светлый существенно увеличилась на крупнозерной фракции при обработке Мелафеном, Экогелем и Экстрасолом (рис. 8). При обработке Экстрасолом также несколько увеличилась масса 1000 зерен на мелкозерной фракции.

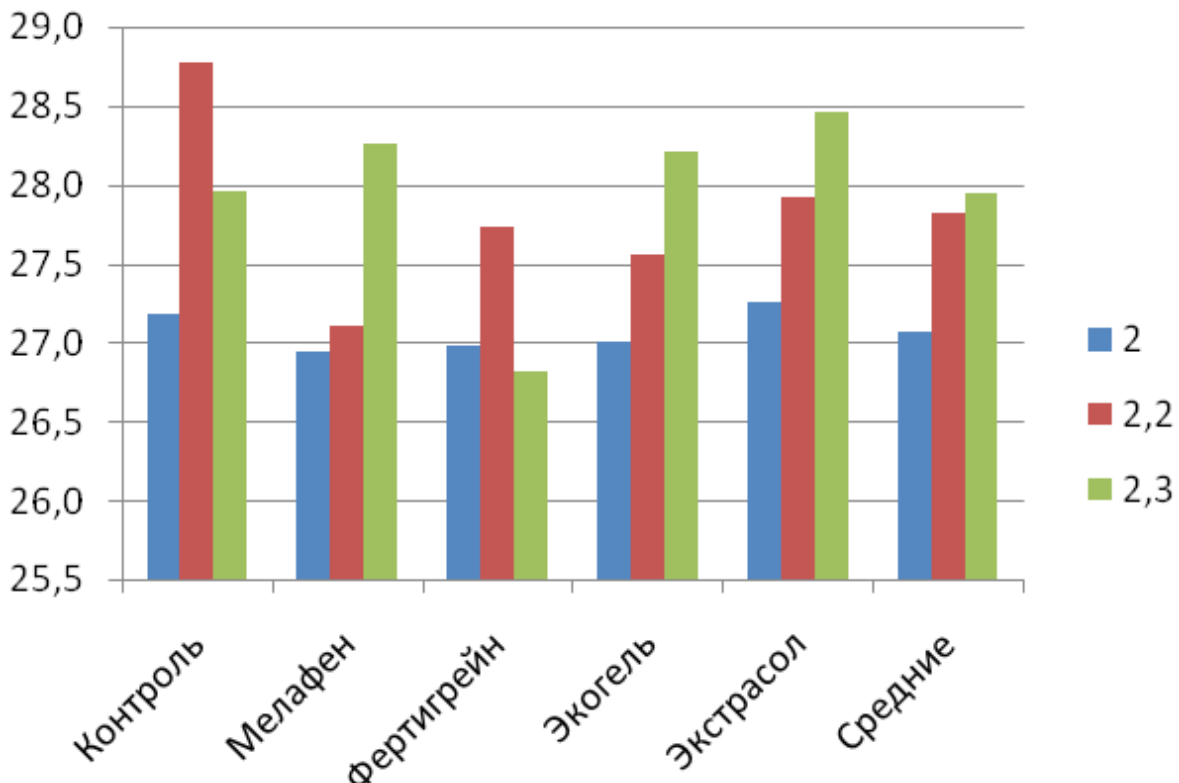


Рисунок 8. Масса 1000 зерен сорта риса Светлый, г

В опыте с сортом Магнат среднезерная фракция (2,0 мм), обработанная Мелафеном, Фертигрейном и Экогелем, имела урожайные преимущества перед другими (рис. 9). Прирост урожайности к контролю составил соответственно 1,14, 1,04, 0,86 т/га.

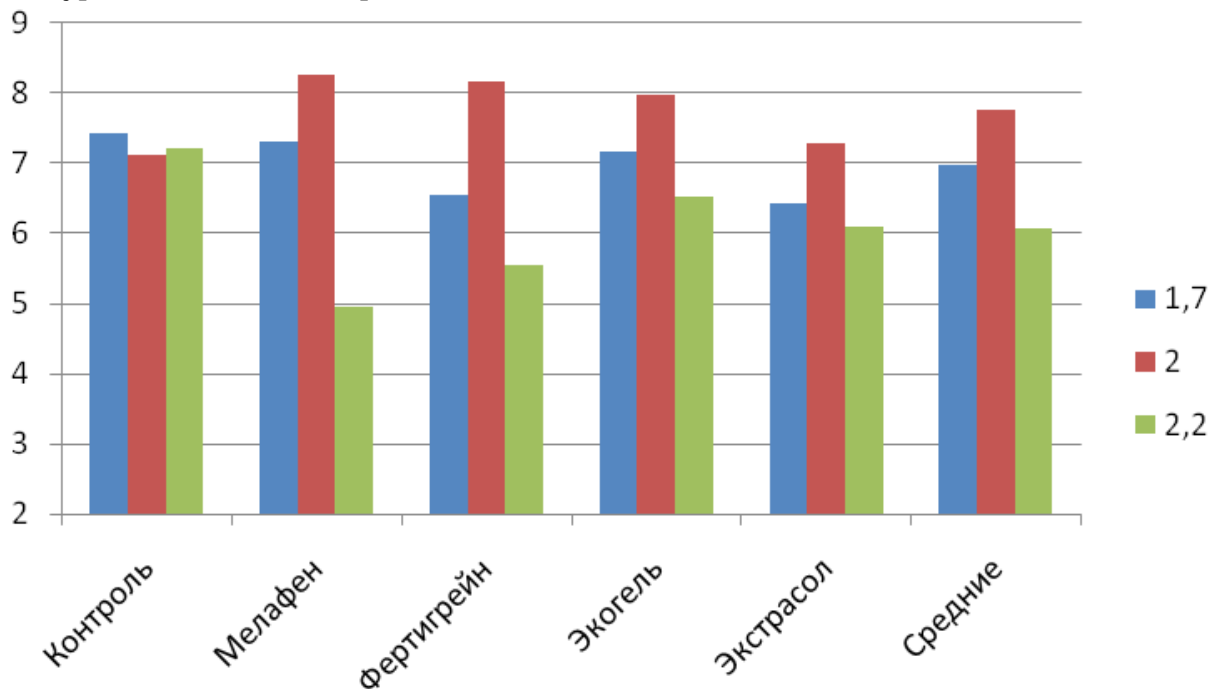


Рисунок 9. Урожайность (т/га) сорта риса Магнат в зависимости от стимуляторов и фракционного состава семян

Густота продуктивного стеблестоя у сорта риса Магнат увеличивалась при обработке мелкозерной фракции Мелафеном, средней - Мелафеном и Фертигрейном (рис. 10). Обработка крупнозерной фракции этими препаратами не повлияла на увеличение плотности посева.

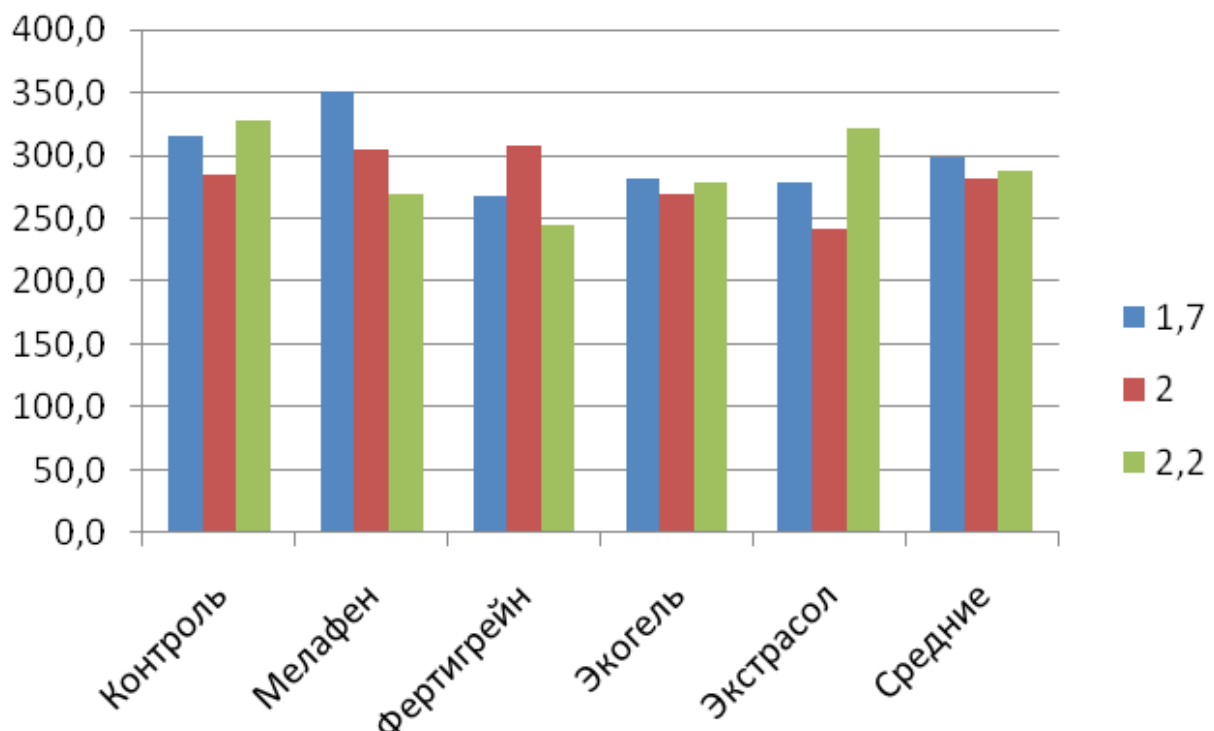


Рисунок 10. Густота продуктивного стеблестоя сорта риса Магнат, шт./м²

Число зерен на метелке увеличивалось на растениях из мелкозерной фракции при обработке семян Фертигрейном, Экстрасолом и Экогелем, на среднезерной – Мелафеном, и на крупнозерной – Экстрасолом и Экогелем (рис. 11). В среднем в варианте с мелкозерной фракцией озерненность была выше, а средняя и крупная находились на одном уровне.

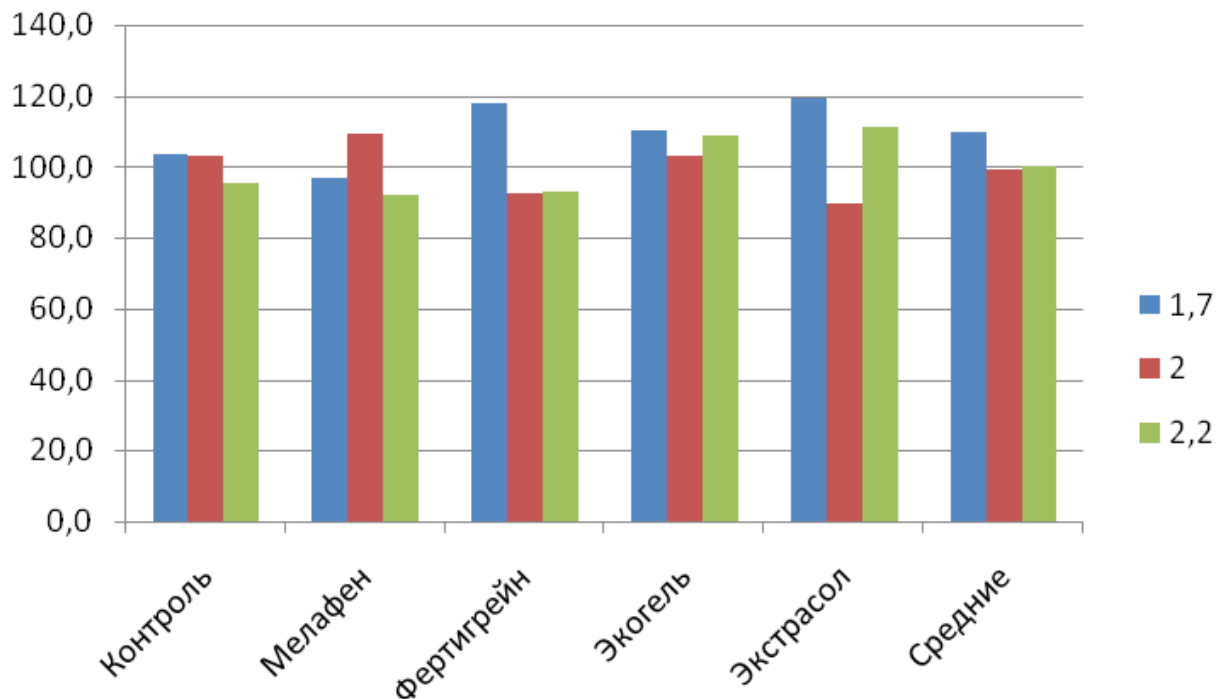


Рисунок 11. Число зерен на метелке сорта риса Магнат, шт.

Масса 1000 зерен сорта риса Магнат была выше контроля на мелкозерной фракции при обработке стимуляторами Фертигрейн и Экогель (рис. 12). На двух других фракциях различий между вариантами не наблюдалось. Более крупные семена (24-25 г) формировались на среднезерной фракции, что и привело к повышению урожайности.

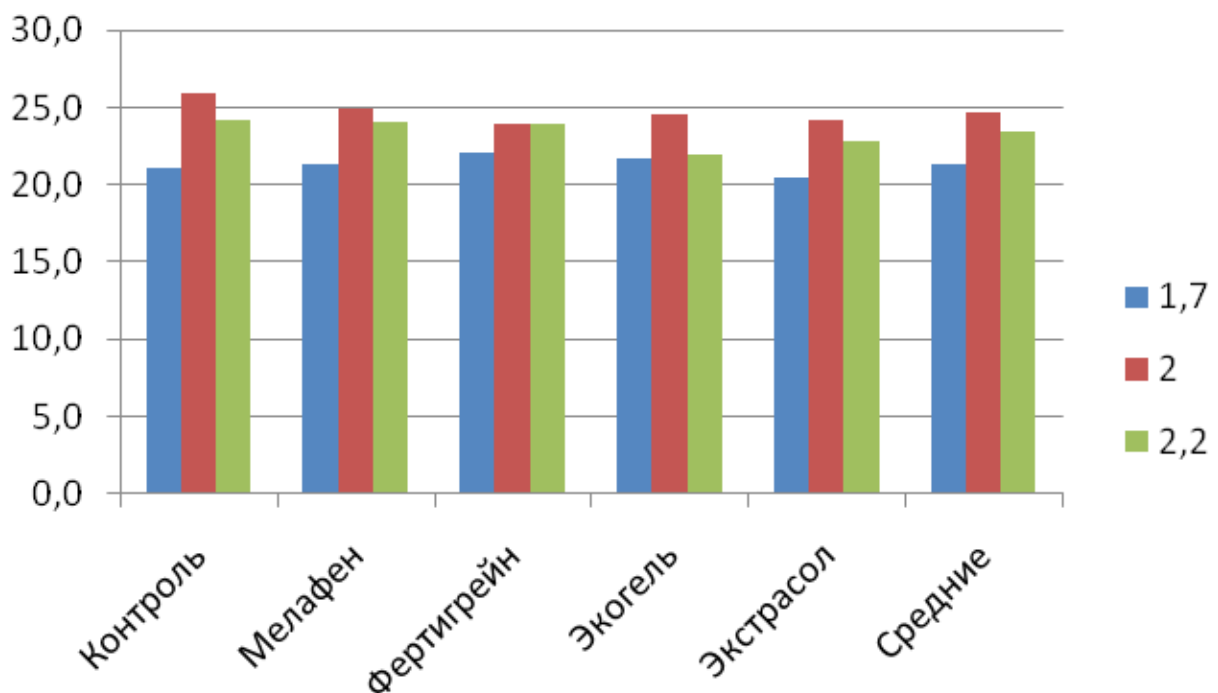


Рисунок 12. Масса 1000 зерен сорта риса Магнат, г

Выводы

1. Имеются значительные сортовые различия по реакции на фракционный состав семян и обработку стимуляторами.
2. Сорта риса Боярин и Светлый предпочтительнее сеять семенами крупной фракции – 2,3 мм, с предпосевной обработкой стимуляторами Фертигрейн и Мелафен.
3. Для сорта Магнат значительное преимущество в урожайности наблюдается при обработке среднезерной фракции (2,0 мм) этими же стимуляторами и Экогелем.

Список литературы:

1. Апрод, А.И. Научные основы производства семян риса: дисс... д-ра с.-х. наук / А.И. Апрод. – Краснодар, 1982. – 438 с.
2. Кучумов, П.В. Использование крупной фракции семян зерновых культур для повышения урожайности / П.В. Кучумов // В кн.: Селекция и семеноводство зерновых культур. – М.: Сельхозгиз, 1953. – С.47-53.
3. Писаренко, Г.С. Крупность семян и урожай зерновых культур / Г. С. Писаренко // Селекция и семеноводство. – 1972. – № 4. – С. 59-62.
4. Фирсова, Т.И. Сортовые и урожайные качества семян озимой пшеницы в первичных звеньях семеноводства в зависимости от приемов отбора элитных растений / Дисс... канд. с.-х.наук / Т.И. Фирсова. – Рассвет, 2006. – 140 с.
5. Костылев, П.И. Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области / П.И. Костылев, В.И. Степовой, А.А. Парфенюк. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. – 112 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Калиевская, Ю.П. Фракционный состав семян риса и его влияние на зерновую продуктивность / Ю.П. Калиевская, П.И. Костылев, М.В. Тесля // Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом: Международная научная конференция (Краснодар, 26-27 ноября 2015 г.). – Краснодар: ФГБНУ ВНИИ риса, 2015. – С. 78-84

УДК 634.11:631.52

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИММУННОГО К ПАРШЕ СОРТА ЯБЛОНИ БОЛОТОВСКОЕ В КОМБИНАЦИИ С ШИРОКИМ СПЕКТРОМ НОВЫХ СЛАБОРОСЛЫХ ВСТАВОЧНЫХ ПОДВОЕВ СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК*

Келдибеков А. А. Седов Е. Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Красова Н. Г., доктор сельскохозяйственных наук, Серова З. М., кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,

302530, Орловская обл., п/о Жулина, Россия

E-mail: aidarkeldibekov@bk.ru

В настоящее время во ВНИИСПК создан 21 иммунный к парше по гену V_f сорт яблони. С 1987 года в институте ведется работа по созданию слаборослых вставочных подвоев. В данной статье представлена информация о результатах изучения производственно-биологических показателей роста, плодоношения и урожайности иммунного к парше сорта Болотовское в комбинации со слаборослыми вставочными подвоями селекции ВНИИСПК.

Ключевые слова: селекция, яблоня, подвой, сила роста, урожайность, иммунитет к парше.

By nowadays 21 scab immune apple cultivars (V_f) have been developed at the VNIISPK (All Russia Research Institute of Fruit Crop Breeding). In addition, breeding work on creation of intermediate small-sized apple stocks has been carried out since 1987 at the VNIISPK. Information on commercial and biological characters of growth habit, fruit-bearing and crop yield of scab immune cultivar "Bolotovskoe" on the intermediate small-sized stocks from the VNIISPK breeding program is presented in this article.

Key words: breeding, apple, rootstock, strength of growth, crop yield, immunity to scab.

Введение

Парша – самое вредоносное заболевание яблони в условиях ЦЧР. Для получения не пораженных паршой плодов в Орловской области необходимо проводить не менее 10 фунгицидных обработок [1]. При возделывании иммунных к парше сортов яблони достаточно в схожих условиях шести [2], что значительно снижает себестоимость продукции.

Современная интенсификация садоводства обеспечивает получение высоких урожаев, однако связана с ростом затрат. Например, при схеме посадки 4 x 1 метр издержки на закладку и уход до вступления в плодоношение составляют 1240 тыс. руб./га, из которых затраты на капельное орошение и опорно-шпалерную конструкцию составляют 220 и 440 тыс. руб./га соответственно [3]. Более экономичным вариантом может быть внедрение бесшпалерных технологий промышленного возделывания яблони, например, с использованием карликовых и полукарликовых вставочных подвоев (интеркаляров) [4]. Изучение слаборослых садов со вставочными клоновыми подвоями ведутся во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур с 1965 года. В настоящее время исследования продолжены и расширены [5, 6]. Исследовательские работы по аналогичной тематике ведутся и за рубежом [7, 8, 9].

Следовательно, перспективным направлением в садоводстве является возделывание в интенсивном саду сортов, иммунных к парше, с использованием слаборослых вставочных подвоев. В работе представлены результаты оценки скороплодности, урожайности и регулярности плодоношения иммунного к парше (ген V_f) сорта яблони Болотовское селекции ВНИИСПК в комбинации с лучшими слаборослыми вставочными подвоями селекции ВНИИСПК.

Материалы и методы

Для выведения новых слаборослых вставочных подвоев во ВНИИСПК в 1987 году были проведены специальные скрещивания для получения новых форм вставочных подвоев разной степени слаборослости. В качестве источника карликовости был использован суперкарликовый польский подвой П-22, а в качестве второго родителя для скрещивания – высокостойкий сорт Грушовка московская и зимостойкие полукарликовые подвои селекции С.Н. Степанова 3-3-72 и 3-4-98. В 1992-1993 годы гибридные формы, представляющие интерес для дальнейшего изучения, были закулированы в производственном питомнике на сеянцы Антоновки обыкновенной. В 1994 году, используя эти формы в качестве промежуточных вставок длиной 18-20 см, был закулирован сорт Болотовское. В 1995-1996 гг. саженцы были высажены в сад для дальнейшего изучения плодоношения и роста в зависимости от вставочного подвоя по схеме 5 x 3 м. В качестве контролей использованы известные карликовый 3-17-38 и полукарликовый 3-3-72 подвои в качестве вставок [10].

Земельный участок сада яблони, на котором проводились учеты и наблюдения, расположен в Центральной части Среднерусской возвышенности. Высота над уровнем моря – 203 м. Климат этой зоны – умеренно-континентальной, сравнительно теплый,

умеренно влажный, характеризуется неравномерным распределением осадков по временам года. Почвы сада – темно-серые лесные, среднесуглинистого механического состава с мощностью гумусового горизонта 30-40 см. Почвы и подпочвы вполне пригодны для возделывания яблони.

К карликовым сортоподвойным комбинациям отнесены деревья с высотой до 3,1 м, к полукарликовым – до 4,1 м. Замеры высоты деревьев проводились в 2012 году, учет урожайности – в 2012-2015 годах. При оценке скороплодности временем вступления сорта в плодоношение считается год, когда плодоносит не менее 50% всех учетных деревьев, которые дают урожай в среднем не менее 3 кг с дерева. Расчеты проводили по общепринятым методикам [11, 12].

Результаты

Из таблицы 1 видно, что сорт Болотовское наиболее скороплоден на карликовом вставочном подвое 27-7-115. Данный вариант наиболее урожаен – за исследуемые годы получено на 6,6 кг/дер. больше урожая, чем в контроле. Однако сорт склонен к нерегулярному плодоношению.

Таблица 1. Плодоношение и урожайность сорта Болотовское на карликовых интеркалярах, 2012-2015 гг.

Вставочный подвой	Происхождение ♀ x ♂	Высота, м	Год вступления в плодоношение	Средняя урожайность, кг/дер.	Индекс периодичности, %
27-7-115	Грушовка московская x П 22	3,0	4	21,8	39,7
27-7-122	Грушовка московская x П 22	3,0	7	20,9	43,8
27-2-149	3-4-98 x П 22	2,7	7	20,8	55,9
27-1-143	3-4-98 x П 22	3,0	8	20,4	11,9
3-17-38 (контроль)	Райка красная Копылова x М 9	2,9	7	15,2	54,6
НСР ₀₅		0,3	-	4,3	-

Регулярным плодоношением выделился вариант на вставке 27-1-143. Существенных различий по урожайности с высокопродуктивным вариантом на интеркаляре 27-7-115 не установлено, но данная сортоподвойная комбинация вступила в плодоношение только на 8-й год после посадки, что крайне недопустимо для интенсивных садов. Варианты на вставках 27-7-122 и 27-2-149 вступили в плодоношение на седьмой год и проявили периодичность плодоношения на уровне контроля. Однако их урожайность существенно выше, чем на вставке 3-17-38.

Среди наиболее урожайных полукарликовых сортоподвойных комбинаций сорта Болотовское в группу ежегодно плодоносящих входит высокоурожайная на вставке 27-3-142. Получено на 11,4 кг/дер. больше в среднем за исследуемые годы, чем контроль 3-3-72. В группу ежегодно плодоносящих входят урожайные варианты 27-1-141 и 27-4-157. Эти комбинации существенно превосходят 3-3-72 по средней урожайности. Контроль и вариант на интеркаляре 27-1-105 проявили склонность к нерегулярному плодоношению. Основным недостатком изученных полукарликовых сортоподвойных комбинаций является позднее вступление деревьев в полное плодоношение. Сорт Болотовское на полукарликовой вставке 27-4-157 вступил в полное плодоношение на 6-й год. У контрольного варианта и на интеркаляре 27-3-142 более 50% деревьев дали урожай более 3 кг только на следующий год, а в варианте на вставке 27-1-141 – еще на год позже. На

вставке 27-1-105 деревья вступили в полное плодоношение на 6-й год и были высокоурожайны, но проявили склонность к нерегулярному плодоношению (таблица 2).

Таблица 2. Плодоношение и урожайность сорта Болотовское на полукарликовых интеркалярах, 2012-2015 гг.

Вставочный подвой	Происхождение ♀ x ♂	Высота, м	Год вступления в плодоношение	Средняя урожайность, кг/дер.	Индекс периодичности, %
27-3-142	Грушовка московская x П 22	3,3	8	31,4	23,5
27-1-141	3-4-98 x П 22	3,1	9	26,8	27,1
27-1-105	3-4-98 x П 22	3,2	7	25,9	39,8
27-4-157	3-4-98 x П 22	3,3	7	25,4	33,6
3-3-72 (контроль)	Сибирская ягодная яблоня x М 9	3,1	8	20,0	51,1
НСР ₀₅		$F_{\phi} < F_{\tau}$	-	5,1	-

Среди представленных полукарликовых вариантов наибольший интерес представляет комбинация сорта Болотовское со вставкой 27-4-157. Она совмещает в себе высокую урожайность, относительно раннее вступление в плодоношение по сравнению с контролем и отсутствие периодичности плодоношения.

Выводы

Среди изученных карликов сорта Болотовское положительно выделяется высокоурожайный, скороплодный вариант на интеркаляре 27-7-115. Некоторую склонность к периодичности плодоношения можно нивелировать улучшенной агротехникой. Основным недостатком изученных полукарликовых сортоподвойных комбинаций является позднее вступление деревьев в полное плодоношение (на 7-9-й год). Среди представленных полукарликовых выделяются комбинации сорта Болотовское со вставкой 27-4-157 (она совмещает в себе высокую урожайность, относительно раннее вступление в плодоношение по сравнению с контролем и отсутствие периодичности плодоношения) и на интеркаляре 27-1-105, некоторую склонность к периодичности плодоношения, которую можно сгладить улучшенной агротехникой.

***Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №14-16-00127)**

Список литературы:

1. Келдибеков, А.А. Система защиты плодового сада / А.А. Келдибеков, С.В. Резвякова // Russian Agricultural Science Review. – 2015. – Т. 5. – № 5-1. – С. 84-89.
2. Сухоцкий, М.И. Приусадебное и промышленное садоводство / М.И. Сухоцкий. – Мн.: Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2014. – 768 с., ил.
3. Егоров, Е.А. Развитие промышленного садоводства и импортозамещение / Е.А. Егоров, Ж.А. Шадрин, Г.А. Клочьян // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – Москва, 2015. – С. 17-19.
4. Седов, Е.Н. Новые вставочные слаборослые формы подвоев яблони селекции ВНИИСПК / Е.Н. Седов, З.М. Серова А.А., Келдибеков // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 4. – С. 28-30.
5. Келдибеков, А.А. Создание слаборослых вставочных подвоев во ВНИИСПК / А.А.

- Келдибеков, Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, З.М. Серова // Глинковские чтения: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии, часть II, 22-24 апреля 2013 г. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский ГАУ», 2013. – 230 с.
6. Седов, Е. Н. Интенсивный яблоневый сад на слаборослых вставочных подвоях / Е. Н. Седов, Н. Г. Красова, А. А. Муравьев, М. В. Палий, З. М. Серова. – Орел: ВНИИСПК, 2009. – 176 с.
 7. Koike, H. Studies on Root System and Growth of 'Fuji' Apple Trees on Dwarfing Interstock and Rootstocks / Hiroo Koike, Kazuyuki Tsukahara // Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1993. – Vol. 62. – N. 1. – P. 49-54.
 8. Samad, A. Effect of interstock bridge grafting (M9 dwarfing rootstock and same cultivar cutting) on vegetative growth, reproductive growth and carbohydrate composition of mature apple trees / A. Samad, D. L. McNeil, Z. U. Khan // Scientia Horticulturae, Volume 79, Issues 1-2, 1999. – P. 23-38.
 9. Li, M. Seasonal Growth and Spatial Distribution of Apple Tree Roots on Different Rootstocks or Interstems / Li Ma, Chang Wei Hou, Xin Zhong Zhang, Hong Li Li, De Guo Han, Yi Wang, and Zhen Hai Han // J. Amer. Soc. Hort. Sci., 2013. – № 138. – P. 79-87.
 10. Седов, Е.Н. Селекция слаборослых вставочных клоновых подвоев яблони во ВНИИСПК / Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, З.М. Серова, Н.М. Глазова, А.А. Бологов // Селекция и сорторазведение садовых культур. – Орел: ВНИИСПК, 2007. – С. 162-170.
 11. Красова, Н.Г. Оценка сортов семечковых культур по регулярности плодоношения. / Н.Г. Красова // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т.П. Огольцовой.) – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – С. 135-137.
 12. Красова, Н.Г. Изучение сортов по урожайности / Н.Г. Красова, Е.П. Куминов, Е.Н. Джигадло, С.Д. Князев // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Под общей редакцией академика РАСХН Е. Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т.П. Огольцовой.) – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – С. 138-144.

УДК 633.18: 575: 631.524 (089): 002:63

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАБОТЕ С ГЕНЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ РИСА

**Коротенко Т.Л., кандидат сельскохозяйственных наук,
Петрухненко А.А., Хорина Т.А.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: korotenko.tatyan@mail.ru*

Для практического использования в селекционных программах сформирован генофонд подвидового разнообразия риса культурного посевного. Рассмотрено одно из направлений научной деятельности в работе со специализированной семенной коллекцией – создание базы данных. Накапливаемый материал по изучению генетического разнообразия риса, переведенный в электронную форму с помощью информационных технологий, обеспечивает его эффективное и целенаправленное использование.

Ключевые слова: рис, коллекция, генетические растительные ресурсы, селекционные признаки, информационные технологии, структура базы данных.

Genetic pool of subspecific diversity of rice was formed for practical use in breeding programs. The article observes one of directions in work with specialized seed collection – creating the database. The collected material on studying genetic diversity of rice, converted into electronic form with the help of information technologies provides its effective and object-orientated use.

Key words: rice, collection, genetic plant resources, breeding traits, information technologies, database structure.

Введение

Семенные коллекции служат основой для создания новых и улучшения существующих сортов растительных ресурсов. Основопологающим требованием в селекционном процессе любой культуры является генетическое разнообразие. В научных организациях, имеющих коллекции растительных ресурсов, научная деятельность ведется по нескольким направлениям: сбор, систематика, учет генетического и географического разнообразия; идентификация репродукций; поддержание генофонда в жизнеспособном состоянии; изучение и выделение источников ценных признаков для селекции; формирование признаковых и генетических коллекций; создание баз данных [1].

По данным FAO (2009) в коллекциях мира (1750 генбанков) сохраняют более 7 млн образцов растительных ресурсов, в коллекциях стран СНГ – 598 тыс., а в России – 350 тыс. образцов. Образцов риса в мире сохраняется около 774 тысяч, более 80 тыс. образцов – в Международном институте риса на Филиппинах (IRRI), около 10 тыс. – в ГНЦ ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР, г. Санкт-Петербург) и головном научном учреждении в России по вопросам рисоводства – ФГБНУ «ВНИИ риса» – более 6,5 тыс. [2].

В течение столетий, благодаря мутациям и гибридизации, давшим богатый материал для естественного и искусственного отбора в различных экологических условиях, создавались многочисленные типы культурного риса. В различных географических районах и экологических условиях вид может давать формы, значительно отличающиеся друг от друга. Разновидности культурного риса различаются по биологическим, морфологическим и хозяйственно-ценным признакам [3, 4]. Для селекционной работы важным является изучение генетических ресурсов и поиск родительских форм с

необходимыми признаками, с высоким потенциалом урожайности и отличным качеством зерна, в большей степени отвечающие требованиям нового сорта [4].

В России, как и во всем мире, наблюдается значительный интерес к использованию информационных технологий для регистрации, изучения биоразнообразия и взаимодействия по обмену генофондом с держателями коллекций и генбанками. Применение современных программных средств обеспечивает оперативный сбор, хранение и анализ данных о генофонде растений, качественных и количественных показателях состояния генетических ресурсов в ретроспективе [5, 6]. Интенсификация селекции растений и уменьшение срока создания новых сортов осуществляется путем внедрения компьютерного прогрессивного способа подбора исходных форм.

Информация является стратегическим ресурсом. Информационные технологии и программные средства – это весьма мощный инструмент, призванный решать задачи по эффективной организации информационного процесса для снижения затрат времени, труда и материальных ресурсов во всех сферах человеческой жизни и современного общества [6, 7]. По мнению Прохорова А.А. (2006), «сложно себе представить, какими темпами развивалась бы современная биологическая наука, не будь на ее службе достижений информационных технологий. Возможность сверхбыстрого и массового анализа информации, ее накопления и обмена не только в пределах лабораторий, но в масштабах всего научного мира, позволила ускорить все процессы, которые входят в различные этапы молекулярно-генетических исследований. Дальнейшее совместное развитие науки и информационных технологий обещает прогрессивный скачок не только в количественном, но и качественном аспекте биологической науки..» [5].

Ученые из Сибири в своих трудах отмечают, что большая часть научной информации хранится в лабораторных журналах исследователей, недоступна внешним пользователям и фактически может быть безвозвратно потеряна, если не будут приняты меры по ее сохранению с использованием современных информационных технологий, применение которых в исследованиях биоразнообразия в Европе, США и Японии является обязательным методическим подходом. Мировая практика показывает, что для сохранения биоразнообразия и природных экосистем необходимо решение следующих задач: экспериментальное изучение методами фундаментальных наук; накопление и поддержка получаемой информации в базах данных; ее информационно-компьютерный анализ и моделирование; принятие обоснованных управленческих решений [8].

Цель исследований

Научная деятельность группы исходного материала тесно связана с изучением генетического разнообразия культуры риса, собранного в коллекции «ВНИИ риса». Целью наших исследований являлось создание Банка данных рабочей коллекции риса с использованием современных программных средств СУБД как информационного ресурса для обеспечения учета, сохранения и целенаправленного использования генофонда риса.

Материалы и методы

Объектами нашего исследования служили: данные о сохраняемых в коллекции образцах; многолетние оценочные данные лабораторных и полевых исследований образцов коллекции; данные о таксономии образцов; хронологические данные по сортам; сведения об авторах сортов, а также о родительских формах; информация об оригинаторах сортов. Подлежали информационному охвату и первоисточники: полевые и посевные журналы, каталоги, книги, статьи и другая литература; отчеты по изучению генофондного материала; акты первичной регистрации и карантинной службы. Временной интервал информации: с 1968 по 2015 гг. Изучение исходного материала проводилось по Методике опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса [9] и в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции риса и классификатором рода *Oryza* s.L. (1982) [10, 11]. Комплексная оценка образцов коллекции

проводится ежегодно совместно с лабораториями защиты риса, физиологии, качества риса по общепринятым стандартным методикам и ГОСТам.

Согласно методическим указаниям по изучению коллекции риса и международному классификатору проводится визуальная, качественная и количественная оценка параметров сортообразцов. Информация в базу данных вносится числовыми значениями в единицах измерения. Использованы также частично модифицированные стандартные кодировки данных. По ряду признаков оценка ведется в баллах по шкале от 1 до 9, причем балл «1» присваивается образцам с «желаемым» признаком, а балл «9» – с худшими показателями признака. Для накопления информации применяли программу Microsoft Excel, а для разработки «Банка данных образцов коллекции риса посевного *Oryza sativa* L.» и управления в нем данными использована СУБД – FileMaker Pro 13 Advanced.

Результаты

В структуре коллекции ФГБНУ «ВНИИ риса» зарегистрировано 4888 образцов рабочей коллекции, мировой коллекции ВИР – 206 шт. и более 2 тысяч интродуцированных форм риса из 6 эколого-географических групп 82 ботанических разновидностей двух подвидов *indica* и *japonica Oryza sativa* L. Генофонд коллекции включает как стародавние, так и современные сорта риса, а также селекционные линии конкурсного испытания, индивидуальных отборов из гибридных популяций, мутанты, регенераты, дигамплоиды и зарубежные сорта, адаптированные в агроклиматических условиях Кубани.

Образцы коллекции риса поэтапно оцениваются в полевых и лабораторных условиях по морфологическим, биологическим, технологическим, биохимическим и хозяйственно-ценным признакам. Результаты многолетних исследований накапливаются в лабораторных журналах и на бумажных носителях. Поиск необходимой информации приходится осуществлять среди нескольких тысяч образцов, что является очень длительным и трудоемким. Систематизировать и рационально использовать огромное количество информации можно только с помощью компьютерных баз данных. Для оперативного получения информации о накопленном материале специалистами различного профиля для прикладных и фундаментальных исследований, выполнения заявок на исходный материал был создан электронный ресурс «Банк данных образцов коллекции риса посевного (*Oryza sativa* L.)»

Вновь поступивший образец регистрируется в журнале-каталоге коллекции и базе данных, ему присваивается регистрационный номер. Структура базы данных основана на дифференциации признаков риса, содержит результаты исследований образцов рабочей коллекции риса по комплексу из более 40 признаков, представленных совокупностью данных, систематизированных по номеру регистрации образца в каталоге коллекции и году изучения. Банк данных имеет несколько блоков по каждому коллекционному образцу: обязательные паспортные характеристики; блок биологических, вегетативных и морфологических признаков растений; биохимических и технологических признаков; хозяйственных признаков; данные о реакции сорта на биотические и абиотические факторы; оцифрованные сканированные изображения метелки, зерна и крупы. Паспортные данные – это общедоступная информация для пользователей.

Функциональные возможности созданной базы данных намного выше, чем простое хранение информации. База данных позволяет уточнять родословную сорта, ботаническую разновидность, проводить ретроспективный анализ коллекционного фонда, мониторинг хозяйственно-ценных признаков сортового состава, визуализировать генетическое разнообразие вида *Oryza sativa* L. и получить характеристики интересующих генотипов риса. Цветные изображения зерна и метелки образцов в сканированном виде позволяют идентифицировать их репродукции. Накапливаемая информация способствует решению практических задач селекции в поиске исходных форм для гибридизации, для анализа совокупности сортов риса, реализованных в разные периоды времени по ряду признаков.

Использование программы СУБД FileMaker Pro позволило организовать данные и эффективно управлять ими: добавлять и удалять записи, редактировать, сохранять, выполнять выборку данных из таблиц. В качестве выходных данных выступают экранные формы, в которых отображены записи отношений БД. Исходя из информационных требований пользователя, реализуется поиск по ряду параметров в виде запроса в поле макета. Всего в базе данных 22 макета (соответствует каждому уникальному подразделу БД), 10458 карточек образцов. Со стартовой страницы базы данных пользователь имеет возможность выбора языка (русский или английский). В каталоге базы образцы расположены списочно по порядковому номеру от 00010 до 04888. Здесь же отображается статус образца в коллекции: в наличии или выбракован. В данном разделе базы можно просматривать список образцов каталога или провести поисковый запрос по номеру каталога, названию или автору сорта из определенных полей (рисунок 1, стр. 85).

Разработанный пользовательский интерфейс Банка данных позволяет на выходе увидеть карточку отдельного образца с паспортными характеристиками и цветным изображением (рисунок 2, стр. 85), а также осуществить переход к более подробной информации в оценочной базе (рисунок 3, стр. 86). Операция «поиск» включает возможность поиска по заданным параметрам в разных полях «Карточки образца».

Для просмотра подробной характеристики образцов в «оценочной базе» предусмотрен переход по разделам: биологические и морфологические признаки, хозяйственно-ценные, технологические и др. Например, при нажатии кликом мыши на кнопку «биологические и морфологические признаки» открывается макет с группой из 11 признаков (рисунок 3). При открытии экранной формы «хозяйственно-ценные признаки» отображаются показатели 10 признаков.

Разработанный пользовательский интерфейс Банка данных коллекции риса обеспечивает наглядность и упорядоченность представления информации, необходимой пользователю. Наличие единого отображения данных в базе позволяет обращаться к ней не только при решении заранее предопределенных задач, но и с нерегламентированными запросами пользователей. Стратегия формирования БД нацелена на установление соответствия между задачами селекции и необходимым для их решения разнообразием исходного материала.

Генетическое разнообразие коллекции риса имеет существенную вариабельность признаков, что позволяет выявлять и подбирать формы не только для практического использования в селекции, но и исходные формы для фундаментальных генетических, физиологических и биотехнологических исследований. Одним из преимуществ электронной базы данных является возможность проведения запроса по всем полям, указав в соответствующем поле макета экранной формы необходимые параметры образца.

Вывод

Применение информационных технологий – важный фактор для активизации процесса эффективного использования генетических ресурсов риса при решении разноплановых прикладных и фундаментальных задач. Банк данных обеспечивает функциональные возможности накопления, структурированного хранения, обновления информации по генофонду риса, оперативного поиска по регистрационным номерам, названиям, авторам, показателям признаков и просмотра данных.

Анализ накопленных массивов информации о коллекционных образцах даст возможность в определении стратегии расширения генетического разнообразия риса, принятии управленческих решений по сохранению и оптимизации структуры специализированной семенной коллекции. Данные базы составляют фундаментальную основу для разработки рекомендаций, каталогов и справочников по культуре риса.

Список литературы:

1. Коваль, С.Ф. Генетические коллекции: проблемы формирования, сохранения и использования / С.Ф. Коваль, В.С. Коваль, С.М. Тымчук, Р.Л. Богуславский // Цитология и генетика. – 2003. – № 4. – С. 46-53.
2. Коротенко, Т.Л. Состояние коллекции риса и ее роль в совершенствовании сортимента культуры / Т.Л. Коротенко, Е.Н. Лапина, Л.В. Есаулова, А.В. Воробьева // Рисоводство. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – № 2 (23). – С. 5-11.
3. Соколова, И.И. К систематике рода *Oryza* L / И.И. Соколова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции (кукуруза и крупяные культуры). – Ленинград, 1969. – Том ХLI. – Выпуск 2. – С. 117-147.
4. Коротенко, Т.Л. Хозяйственно-ценные признаки зарубежных и отечественных сортов риса различного морфотипа растений в экологических условиях Кубани / Т.Л. Коротенко, Петрухненко А.А.// Рисоводство. – Краснодар: ВНИИ риса, 2015. – № 3-4 (28-29). – С. 17-25.
5. Прохоров, А.А. Информационные технологии и мобилизация генетических ресурсов растений в ботанических садах /А.А. Прохоров // Материалы междунар. Ботанической конференции «Роль Ботанических садов в сохранении окружающей среды». – Баку, 2006. – С. 83-87.
6. Акпаров, З.И. Информационная система по генетическим ресурсам растений Азербайджана / З.И. Акпаров, А.Т. Мамедов // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6. – С. 9-13.
7. Латкин, А. Технологии, которые изменили мир / А. Латкин. — М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2013. – 360 с.
8. Шумный, В.К. Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование / В.К. Шумный, Ю.И. Шокин. // Сибирское отделение Российской академии наук. – Новосибирск, 2006. – 645 с.
9. Сметанин, А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. АPROD. – Краснодар, 1972. – 156 с.
10. Ляховкин, А.Г. Эколого-географические группы *O.Sativa* L и мировое сортовое разнообразие: Рис. Мировое производство и генофонд / А.Г. Ляховкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профи-Информ, 2005. – 288с.
11. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza* L. – Ленинград: ВИР, 1982. – 34 с.



Рисунок 1. Скриншот «Список образцов в каталоге базы данных коллекции»

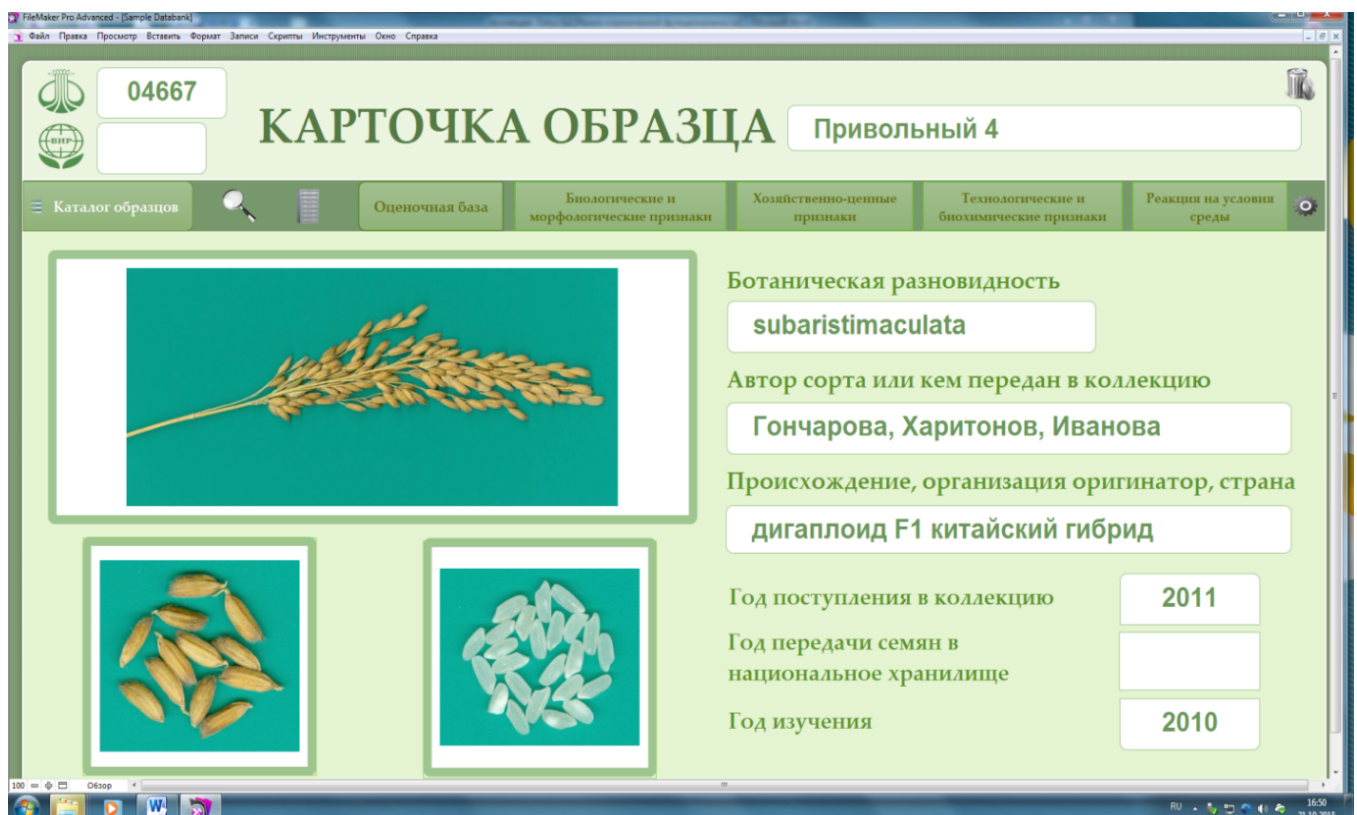


Рисунок 2. Скриншот «Карточка образца в базе данных коллекции»

FileMaker Pro Advanced - [Sample Databank]

Файл Правка Просмотр Вставить Формат Записи Скрипты Инструменты Окно Справка

01815

Биологические и морфологические признаки образца Мутант 375-78

Основные сведения Оценочная база Хозяйственно-ценные признаки Технологические и биохимические признаки Реакция на условия среды

Вегетационный период до цветения, дней 88 Высота растений, см 102,4

Вегетационный период до созревания, дней 122 Площадь флагового листа, см² 47,2

Длина флагового листа, см 31,7 Ширина флагового листа, см 1,86

Форма куста, балл 1 прямостоячая Форма колоска oval

Угол отхождения флагового листа от стебля, градусов 77

Степень опушения цветковых чешуй, балл 5 шероховатая

Остистость колоска 1 остей нет

100 06100 13:04 21.10.2015

Рисунок 3. Скриншот «Результат поискового запроса биологических и морфологических признаков по номеру образца 01815»

УДК 633.18:631.52

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ РИСА ОТ ГУСТОТЫ СТЕБЛЕСТОЯ, ОЗЕРНЕННОСТИ МЕТЕЛОК И МАССЫ ЗЕРНОВКИ

Краснова Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук;

Костылев П.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Редькин А.А., кандидат сельскохозяйственных наук;

Калиевская Ю.П., младший научный сотрудник

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
им. И.Г. Калиненко, 347740, Ростовская область, г. Зерноград, Россия*

E-mail: krasnovaelena67@mail.ru

В статье представлены результаты структурного анализа урожайности селекционных образцов риса из контрольного питомника за 2014-2015 гг. Рассмотрены важнейшие показатели: количество продуктивных стеблей на единице площади, число зерен с одной метелки, масса зерновки и метелки, – которые определяют биологическую урожайность. Проведен биометрический и статистический анализ 120 образцов риса для анализа связи компонентов структуры с продуктивностью. Установлено, что при увеличении числа зерен в метелке и массы 1000 семян урожайность сначала растет, достигая максимума, а потом несколько снижается. Определены оптимальные величины признаков. Оптимальная густота стеблестоя составила 250-300 стеблей на 1 м². Максимальная урожайность зерна риса формируется в ее структуре при оптимальных значениях.

Ключевые слова: *рис, образец, структура урожая, масса 1000 зерен, число зерен в метелке, густота стеблестоя.*

The article presents the results of a structural analysis of the productivity of breeding rice samples from the control kennel for 2014-2015 are considered the most important indicators - the number of productive stems per unit area, the number of grains with a panicle, grains and panicle weight, which determine biological productivity. Spend biometric and statistical analysis of 120 rice samples for the analysis of communication components with productivity structure. It is found that as the number of grains per panicle to yield first rises, reaches a maximum and then decreases slightly. The optimal values of the trait. The tendency of increase in productivity in the formation of larger panicles. Optimum plant stalks made to 250-300 stems per 1 m². Thus, the maximum yield of the rice grain is formed when the elements of its structure are optimal values.

Key words: *rice, sample, structure yield, 1000 grain weight, number of grains per panicle, density of stems.*

Введение

От трех важнейших показателей: количества продуктивных стеблей на единице площади, числа зерен с одной метелки и массы зерновки – зависит урожайность риса. Биологическая урожайность определяется произведением этих обобщающих величин, значения которых зависят от генетических, метеорологических, технологических и других факторов [1]. Всю сложность и многогранность жизненного цикла растений может отразить только совокупность факторов. Поэтому для реального понимания составляющих урожая надо учитывать даже наименее значимые показатели структуры урожая.

Связь между урожайностью риса и компонентами урожайности хорошо изучена на фенотипическом уровне. Так, Sharma и др. (1985) сообщали, что урожай зерна с растения положительно коррелирует с количеством продуктивных побегов, метелок и колосков на растении, а также с массой 1000 зерен [2]. Prasad и др. (1988) наблюдали положительные корреляции урожая зерна на растении с количеством колосков и зерен на метелке и массой 1000 зерен [3], Bai (1992) – с числом продуктивных побегов на растении и числом зерен на метелке [4], Sürek, Korkut (1998) – с количеством метелок на растении и массой

1000 зерен [5], Akinwale (2011) – с числом побегов на растении ($r = 0,58$), массой метелки ($r = 0,60$) и количеством зерен в метелке ($r = 0,52$) [6], Akhtar (2011) – с количеством зерен с метелки ($r = 0,81$) и массой 1000 зерен ($r = 0,53$) [7].

Корреляционный анализ признаков показал взаимосвязь признаков в селекции озимой пшеницы [8], гороха [9] и других культур.

Т. е. упомянутые признаки могут быть использованы для селекции на урожайность зерна. При этом селекционируемые компоненты урожайности увеличат урожай зерна наиболее эффективно, если они имеют высокую наследуемость и генетически независимы или положительно коррелируют с ним. Эти важные признаки растений должны учитываться при планировании любой программы селекции на высокую урожайность риса. Детальный анализ составных частей продуктивности необходим для контроля морфологического развития растений, возможности целенаправленного влияния на формирование определенных элементов структуры урожая и создания более продуктивных сортов.

Цель исследований – анализ связи компонентов структуры урожая с продуктивностью селекционных образцов лаборатории риса ВНИИЗК им. И.Г. Калининко.

Материалы и методика

Объектом исследований послужили 120 образцов риса контрольного питомника (КП) урожая 2014-2015 гг. Делянки – площадью 25 м^2 в 2-кратной повторности. Учет стеблестоя проводили на закрепленных площадках по всходам и перед уборкой урожая. Учитывали данные: число дней до 50% цветения, высота растений, число продуктивных побегов на растении и на 1 м^2 , длина метелки, число зерен на метелке, масса 1000 зерен, масса зерна с метелки и урожайность зерна. Уборку урожая проводили комбайном КС 575. Структурный анализ снопов осуществляли в лабораторных условиях по методике ВНИИ риса (1972) [10]. Обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

Результаты

Урожайность зерна риса в контрольном питомнике существенно различалась между образцами и по годам: в 2014 – от 4,48 до 8,11 т/га (в среднем 6,63), в 2015 – от 3,46 до 11,12 т/га (в среднем 7,41).

Формирование репродуктивных органов (веточек и колосков) является важнейшим этапом в жизни растений. От количества этих органов в метелке в значительной степени зависит урожайность риса. Метелки образцов риса КП существенно различаются между собой по размерам, форме и плотности, которые зависят от длины центральной оси и боковых ветвей, количества узлов на ней, угла их прикрепления, числа и распределения веточек и колосков на боковых ветвях, а также различались по годам.

Метелки у большинства сортообразцов были средними, в 2014 г. – от 11,5 до 16 см (в среднем 13,0), в 2015 – от 9,0 до 17,3 см (в среднем 13,1), у высокорослых сортов они были длиннее. Корреляция длины метелок с высотой растений составляет $0,68 \pm 0,06$; с массой зерна с метелки – $0,75 \pm 0,06$, числом колосков – $0,50 \pm 0,06$. Влияние длины метелок на урожайность состоит в том, что при увеличении длины соцветия продуктивность делянок неравномерно растет и достигает максимума у группы образцов, формирующих метелки 14-16 см. Эту оптимальную величину нужно учитывать при формировании модели сорта.

В продуктивности метелки основным показателем является количество колосков, поскольку этот элемент структуры закладывается и формируется первым. Закладку меньшего количества тех органов, которые формируются на более ранних этапах развития, можно компенсировать органами, образующимися позднее. Уменьшение урожая от элементов структуры, которые формируются первыми, вследствие возможности компенсации может быть незначительным. И наоборот, компоненты продуктивности, формирующиеся в конце развития растений, почти не имеют возможности для компенсации, а потому снижение урожая может быть значительным. Небольшое количество продуктивных побегов может компенсироваться в процессе развития

увеличением числа колосков в метелке, меньшее число колосков компенсируется повышением массы 1000 зерен [11].

Среднее количество колосков на метелке в 2014 году было 104,0 штуки (от 62,0 до 165,3), что значительно больше, чем в 2015 году, – 70,8 штук (от 35,8 до 105,3). Коэффициент корреляции между этим признаком и числом выполненных зерен составил $(0,98 \pm 0,02)$. Число колосков имеет сильную положительную корреляцию с массой зерна с метелки $(0,79 \pm 0,04)$, массой сухого растения $(0,73 \pm 0,04)$ и плотностью метелки $(0,74 \pm 0,05)$, а среднюю отрицательную – с числом растений на 1 м² $(-0,54 \pm 0,07)$.

Анализ результатов, представленных на графике, показал, что при увеличении числа колосков в метелке урожайность плавно растет, достигает максимума, а потом немного снижается. При этом наибольшую урожайность формировали образцы, имеющие в 2014 году 120-130, а в 2015 году – 90-110 колосков на метелке (рис. 1).

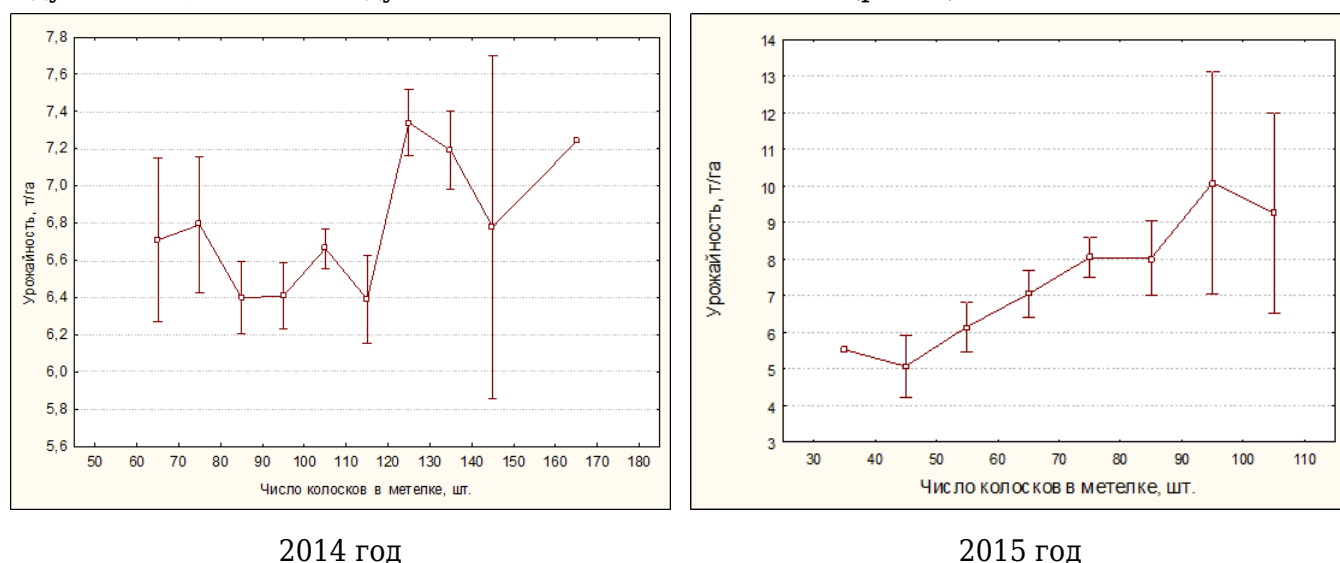
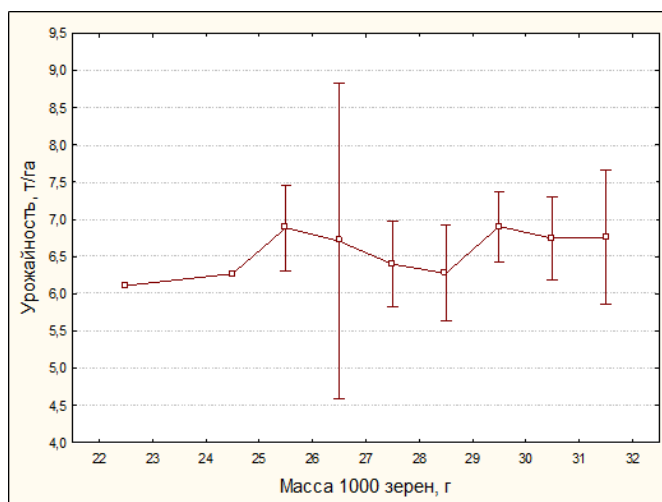


Рисунок 1. Влияние числа колосков на метелке на урожайность зерна

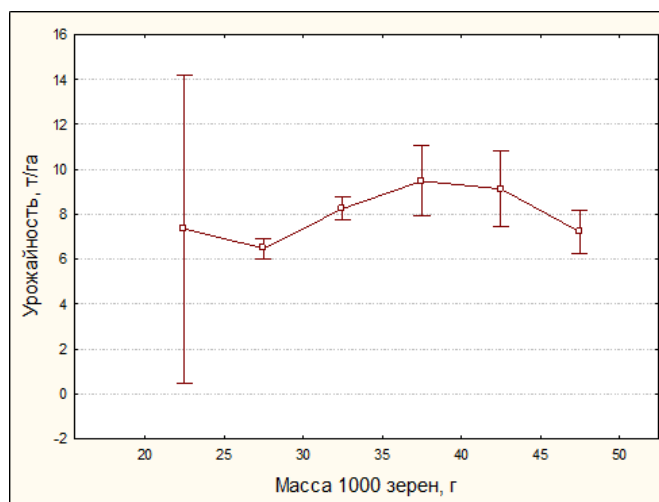
Масса зерна с метелки в среднем составила в 2014 году 2,7 г и колебалась от 1,7 до 3,9 г, в 2015 – 2,20 г и от 0,95 до 3,62 г, т. е. меньше и больше стандарта Южанин (2,25 г). Масса зерна с метелки имела сильную положительную корреляцию с количеством колосков ($r=0,79 \pm 0,08$), с длиной метелки ($r=0,75 \pm 0,08$), массой 1000 зерен ($r=0,75 \pm 0,08$) и среднюю – с урожайностью ($r=0,62 \pm 0,08$) и плотностью метелки ($r=0,34 \pm 0,08$). Сильная положительная корреляция была также между этим признаком и сухой массой растения ($r=0,97 \pm 0,08$).

Особая роль массы зерновки, в сравнении с другими компонентами урожая, заключается в том, что закладка и формирование зерновки происходит в сжатые сроки, и уменьшение ее массы не может быть компенсировано никакими другими элементами урожая. Колебания в массе 1000 зерен были значительными и составляли в 2014 году от 20,0 до 31,8 г, в среднем – 28,5 г. В 2015 году масса 1000 зерен была выше предыдущего года от 22,0 до 49,9 г, в среднем – 30,9 г, что ниже или выше стандарта Южанин – 30,0 г. При таком диапазоне изменчивости масса 1000 зерен не влияла на урожайность. Этот признак слабо положительно коррелировал с массой зерна с метелки ($r=0,22 \pm 0,08$) и с урожайностью ($r=0,10 \pm 0,06$).

Высокую урожайность показывали образцы как с низкой (25 г), так и со средней (30 г), и более высокой (37 г) массой 1000 зерновок (рис. 2). Линии КП с массой 1000 зерен от 25 до 33 г показывали как низкую, так и высокую урожайность, образцы с величиной 36-40 г были более урожайными (до 10 т/га), а дальнейшее увеличение массы зерновки приводило к постепенному снижению продуктивности. Это свидетельствует о том, что генотипический состав анализируемого набора сортов оказывает большое влияние на взаимосвязи между признаками.



2014 год



2015 год

Рисунок 2. Влияние массы 1000 зерен у образцов КП на их урожайность

Густота продуктивного стеблестоя охватывает ряд более мелких показателей. В первую очередь, она зависит от коэффициента кущения и количества растений на 1 м². Увеличение одного из них приводит, как правило, к уменьшению другого, т. е. они взаимосвязаны. Базисным показателем в данном случае является густота растений.

В 2014 году количество растений на 1 м² составило 99-273 (в среднем 182,5), а продуктивных стеблей на 1 м² - варьировало по сортам, от 122 до 411 (в среднем - 273,5), определяя их урожайность. Коэффициент кущения варьировал в узких пределах: в 2014 году - 1,4-2,1 (в среднем 1,72), в 2015 г. - 1,3-1,9 (в среднем 1,58). Таким образом, имея низкий базисный показатель, можно с помощью агротехнических мероприятий компенсировать стеблестой другим показателем - коэффициентом кущения.

Между количеством растений и стеблей на единицу площади была установлена средняя положительная корреляция ($r=0,48-0,67$), а между количеством растений и кустистостью - отрицательная ($r = -0,19 - -0,28$).

Влияние густоты стеблестоя образцов КП на урожайность за 2 года было различным. В 2014 году этот показатель в большой степени влиял на урожайность ($r=0,57\pm0,11$), хотя кустистость также играла положительную роль ($r=0,38\pm0,12$). Преимущество в этих условиях было у более конкурентоспособных образцов, способных сформировать более крупную метелку и тем самым повысить урожайность.

Количество продуктивных стеблей на 1 м² варьировало по сортам и было различно по годам: в 2014 г. - от 122 до 411 (в среднем 273,5), в 2015 г. - от 246 до 571, (в среднем 406), определяя их урожайность.

В 2014 году более высокая урожайность зерна (7,0 т/га) сформировалась при густоте продуктивного стеблестоя 250-300 стеблей на 1 м². Корреляция урожайности с числом продуктивных стеблей на 1 м² составила $0,11\pm0,10$, кустистостью - $0,28\pm0,13$.

В 2015 году урожайность положительно коррелировала с числом продуктивных стеблей на 1 м² ($r=0,38\pm0,12$) и кустистостью ($r= 0,56\pm0,11$). Более высокая урожайность зерна формировалась при густоте продуктивного стеблестоя 250-300 стеблей на 1 м², где она достигла максимальных классовых значений - 8,4 т/га, после чего значительно снизилась (рис. 3).

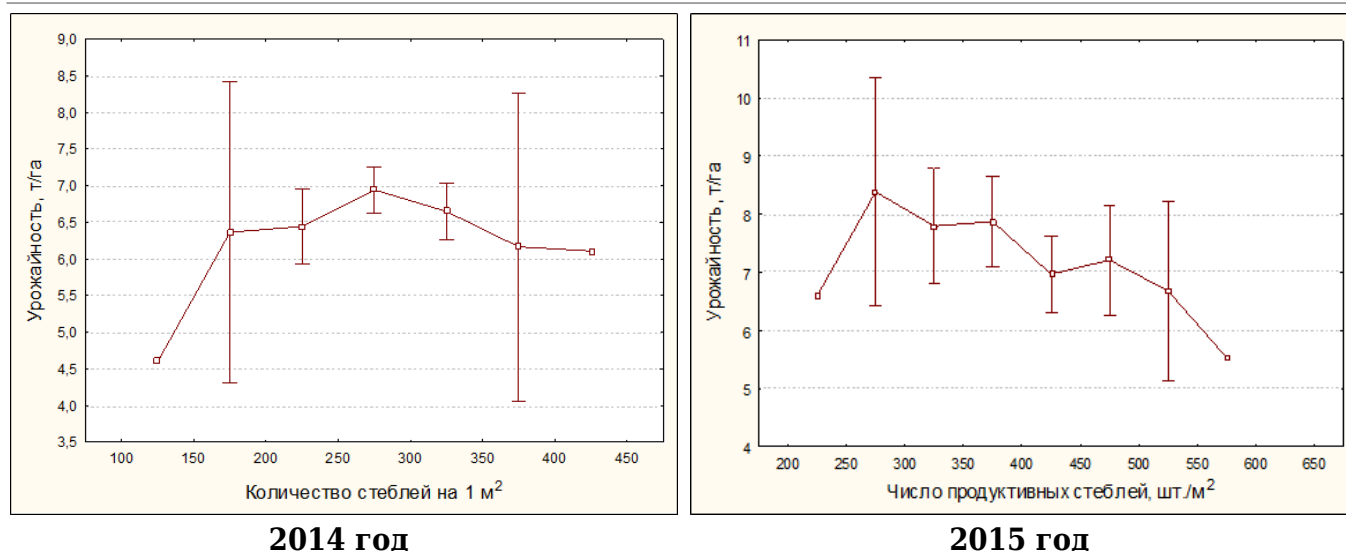


Рисунок 3. Зависимость урожайности зерна риса от густоты стеблестоя

Таким образом, максимальная урожайность зерна риса формируется тогда, когда число стеблей на единице площади, число зерен на метелке и их масса имеют оптимальные значения. Поэтому при создании сортов необходимо ориентироваться на такие сорта, которые незначительно снижают массу зерна с метелки при увеличении плотности посева.

Выводы

1. Установлено, что максимальная урожайность зерна риса формируется тогда, когда число стеблей на единице площади, число зерен на метелке и их масса имеют оптимальные значения.
2. При формировании модели сорта предпочтение нужно отдавать таким, которые незначительно снижают массу зерна с метелки при увеличении плотности посева.

Список литературы:

1. Лихочвор, В.В. Продуктивность и структура урожая озимой пшеницы / В.В. Лихочвор // Зерно. – 2008. – № 7. – С.24-28.
2. Sharma, R.S. Correlation studies in upland rice. / R.S. Sharma, S.D. Choubey // Indian J. Agron. – 1985. – 30(1). – P.87-88.
3. Prasad, G.S.V. Genetic relationship among yield components in rice (*Oryza sativa* L.). / G.S.V. Prasad, A.S.R. Prasad, M.V.S. Sastry, T.E. Srinivasan // Indian J. Agric. Sci. – 1988. – 58(6). – P. 470-472.
4. Bai, N.R. Correlation of yield and yield components in medium duration rice cultivars. Environ / N.R. Bai, R. Devika, A. Regina, C.A. Joseph // Ecol. – 1992. – 10. – P.469-470.
5. Sürek, H. Diallel analysis of some quantitative characters in F₁ and F₂ generations in rice (*Oryza sativa* L.) / H. Sürek, K.Z. Korkut // Egyptian J. Agric. Res. – 1998. – 76(2). – P.651-663.
6. Akinwale, M.G. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) / M.G. Akinwale, G.Gregorio, F. Nwilene, B.O. Akinyele, S.A. Ogunbayo, A.C. Odiyi // African Journal of Plant Science. – 2011. – 5(3). – P. 207-212.
7. Akhtar, N. Estimation of heritability, correlation and path coefficient analysis in fine grain rice (*Oryza sativa* L.) / N. Akhtar, M.F. Nazir, A. Rabnawaz, T. Mahmood, M.E. Safdar, M. Asif, A. Rehman // The Journal of Animal & Plant Sciences. – 2011. – 21(4). – P. 660-664.
8. Марченко, Д.М. Корреляционный анализ в селекции озимой пшеницы / Д.М. Марченко, П.И. Костылев, Т.А. Гричаникова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №3(27). – С. 28-32.
9. Лысенко, А.А. Структурный, кластерный анализ и корреляции между различными признаками гороха / А.А. Лысенко, П.И. Костылев // Генетика и селекция на Дону, сб. статей,

- изд. ЮФ. – Ростов-на-Дону, 2015. – вып. 4. – С. 139-147.
10. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян. – Краснодар, 1972. – 155 с.
11. Костылев, П.И. Структура урожая селекционных образцов риса и ее влияние на продуктивность / П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.А. Редькин, Л.М. Костылева, А.С. Аксенова // Зерновое хозяйство России. – 2016. – 1(43). – С. 13-18.

УДК 632.4

РАСОВЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS* ИЗ РАЗНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Кремнева О.Ю., кандидат биологических наук,
Волкова Г.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
биологической защиты растений»,
350039, г. Краснодар, Россия,
E-mail: kremenoks@mail.ru

Представлена характеристика популяции возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы по расовому составу, собранной в 2014 году из разных агроклиматических зон Северного Кавказа. Определено доминирование 8-й расы *Pyrenophora tritici-repentis* с максимальной частотой 48% в выборке изолятов из южной предгорной зоны, 1-й и 2-й рас с максимальной частотой 21% и 28%, соответственно, в выборке изолятов из западной приазовской зоны.

Ключевые слова: желтая пятнистость листьев, *pyrenophora tritici-repentis*, расы, пшеница.

The article presents characteristic on race composition of population of tan spot of wheat leaves collected in 2014 from various agro-climatic zones of North Caucasus. Domination of 8th race of *Pyrenophora tritici-repentis* with a maximum rate 48% in selection of isolates from southern foothill zone, and domination of 1st and 2nd races with a maximum rate of 21% and 28%, respectively, in the selection of isolates from the western Azov area were determined.

Key words: Tan Spot of leaves, *pyrenophora tritici-repentis*, races, wheat.

Введение

Желтая пятнистость листьев пшеницы – опасное агрессивное заболевание пшеницы, распространенное во многих регионах возделывания культуры. Возбудитель этого заболевания – гомоталличный аскомицет *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler; несовершенная стадия *Drechslera tritici-repentis* (Died) Shoem. При эпифитотийном развитии болезни потери зерна, по нашим данным и по мнению ряда авторов, могут достигать 30-60% [1-3].

В России желтая пятнистость имеет наибольшее распространение на Северном Кавказе: в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области и в Республике Адыгея [4, 5]. Впервые в этом регионе на нее обратили внимание в середине 80-х годов [6] и с тех пор отмечают ежегодно. На некоторых производственных и селекционных посевах пшеницы, расположенных в зонах с достаточным увлажнением, развитие болезни достигало 40-80%, а распространение до 100% – на сортах Благодарка, Купаж, Эпоха и др. на Северском и Лабинском ГСУ; на сортах Грация, Нота, Таня и др. на опытной станции «Ботаника» Гулькевичского района [4].

Специфическое взаимодействие между растением-хозяином и *P. tritici-repentis* обусловлено способностью изолятов патогена вызывать на специфических линиях и сортах пшеницы различные симптомы, независимо от их генотипов. На данный момент известны четыре специфических токсина: токсин Ptr Tox A индуцирует некроз; токсины Ptr Tox B и Ptr

Тох С - хлорозы, но на разных линиях пшеницы; токсин Ptr ToxD - некроз и хлороз одновременно [7, 8]. В настоящий момент восемь рас *P. tritici-repentis* имеют характеристику, основанную на их вирулентных комбинациях на трех эффективных дифференцирующих линиях: Гленлея, 6В365 и 6В662 [9, 10, 11].

Одним из надежных методов биологической защиты растений от болезней является создание и возделывание устойчивых сортов. Такая стратегия защиты должна основываться на сведениях о популяционной структуре патогена: вирулентности, фенотипическом и расовом составе, изменчивости.

Целью данных исследований являлось изучение расового состава популяции *P. tritici-repentis* из разных агроклиматических зон Северного Кавказа.

Материалы и методы

В процессе изучения расового состава популяции возбудителя желтой пятнистости листьев было проанализировано 52 моноконидиальных изолятов *P. tritici-repentis*, выделенных из различных агроклиматических зон Северного Кавказа: 22 изолята выделены из образцов пшеницы, собранных в районах центральной зоны; 16 изолятов - в районах южной предгорной зоны; 14 изолятов - в районах западной приазовской зоны.

Для определения рас был использован набор сортов, предложенный L. Lamari с соавторами [11]: сорт Glenlea и линии 6В662 и 6В365. Токсин Ptr ToxA индуцирует образование некрозов на Glenlea, токсины PtrToxB и Ptr ToxC - хлорозов на линиях 6В365 и 6В662. Согласно классификации, предложенной L. Lamari с соавторами [12], изоляты 1-й расы продуцируют токсины Ptr ToxA, Ptr ToxC, 2-й расы - Ptr ToxA, 3-й расы - Ptr Tox С, 5-й расы - Ptr ToxB, 6-й расы - Ptr ToxB, Ptr ToxC, 7-й расы - Ptr ToxA, Ptr ToxB и 8-й расы - Ptr ToxA, Ptr ToxB, Ptr ToxC. 4-я раса не продуцирует токсины.

Выделение моноспоровых изолятов патогена осуществляли по методике, описанной Михайловой Л.А. с соавторами [13].

Изучение структуры популяции возбудителя болезни по расовому составу проводили в условиях теплицы при средней температуре - 21 °С с 16-часовым фотопериодом. Растения пшеницы выращивали до фазы двух листьев в 25 мл пластиковых вазонах, заполненных песком, и на гидропонике с применением питательного раствора Кнопа. В каждый вазон помещали по 5 растений каждого сорта. Опыт проводили в 3-х кратной повторности. Споры гриба собирали шпателем, суспензировали в растворе Твин-80 (0.0001%). Суспензию фильтровали через металлическое сито для отделения крупных фрагментов мицелия. Растения опрыскивали суспензией конидий из пульверизатора. Концентрация спор в суспензии составляла 3000-5000 спор/мл. Влажный период в течение 18 ч поддерживали с помощью полиэтиленовых изоляторов.

Учет степени развития заболевания проводили на 7-8 сутки по шкале, разработанной Михайловой с соавторами [14]. Согласно этой шкалы сорта с проявлением некротической реакции 1, 2 балла относили к устойчивым (R), с типом реакции некроза 3-5 балла - к восприимчивым (S). На линиях 6В365 и 6В662 оценивали наличие или отсутствие хлороза.

Результаты

С помощью канадского набора сортов-дифференциаторов 52 моноконидиальных изолята гриба были отнесены к определенным расам (таблица 1).

В результате анализа частоты рас возбудителя желтой пятнистости (рисунок 1, стр. 95) выявлено, что в исследуемых выборках изолятов доминирующими оказались расы 1 (образующая токсины: Ptr Tox A, Ptr Tox C), с максимальной частотой 21%, 2 (образующая токсины: Ptr Tox A) с максимальной частотой 28% и 8 (образующая все три токсина: Ptr Tox A, Ptr Tox C, Ptr Tox B) с максимальной частотой 48%. В выборке изолятов из центральной зоны встречались все расы патогена, из южной предгорной зоны - 6 рас, из западной приазовской зоны - 5 рас. Расы 3 и 4 не встречались в образцах из южной предгорной зоны, расы 3, 5 и 7 - в образцах из западной приазовской зоны.

Таблица 1. Определение рас *P. tritici-repentis*

№ расы	Реакция сортов - тестеров на инокуляцию <i>P. tritici-repentis</i>			Количество изолятов	Количество вырабатываемых токсинов
	Glenlea	6B662	6B365		
изоляты центральной зоны					
1	B	A	B	3	2 (Tox A ,C)
2	B	A	A	6	1(ToxA)
3	A	A	B	2	1(ToxC)
4	A	A	A	3	0
5	A	B	A	1	1 (Tox B)
6	A	B	B	1	2 (Tox B,C)
7	B	B	A	2	2 (Tox A,B)
8	B	B	B	4	3 (Tox A,B,C)
изоляты южной предгорной зоны					
1	B	A	B	2	2 (Tox A,C)
2	B	A	A	2	1(Tox A)
3	A	A	B	0	1(Tox C)
4	A	A	A	0	0
5	A	B	A	2	1 (Tox B)
6	A	B	B	1	2 (Tox B,C)
7	B	B	A	1	2 (Tox A,B)
8	B	B	B	8	3 (Tox A,B,C)
изоляты западной приазовской зоны					
1	B	A	B	3	2 (Tox A,C)
2	B	A	A	4	1 (Tox A)
3	A	A	B	0	1 (Tox C)
4	A	A	A	1	0
5	A	B	A	0	1 (Tox B)
6	A	B	B	1	2 (ToxB,C)
7	B	B	A	0	2 (Tox A,B)
8	B	B	B	5	3 (Tox A,B,C)
Прим.: А - устойчивая реакция сорта на заражение <i>P. tritici-repentis</i> (тип реакции 1,2 балла), В - восприимчивая реакция сорта (тип реакции 3,4,5 баллов)					

Раса 8 продуцирует все три токсина и является самой вирулентной. Ее максимальная частота встречаемости (48%) в южной предгорной зоне, в сравнении с другими зонами, может быть объяснима наиболее благоприятными агроклиматическими условиями для формообразовательных процессов в популяции гриба.

Эти данные подтверждают ранее полученные нами результаты о большей распространенности и развитии болезни в данной зоне [4, 5]. Также экспериментально [15, 16] показана большая вирулентность изолятов из южной предгорной зоны, которую изучали на дополнительных сортах дифференциаторах. Все эти результаты показывают зависимость вирулентности патогена от агроклиматических условий.

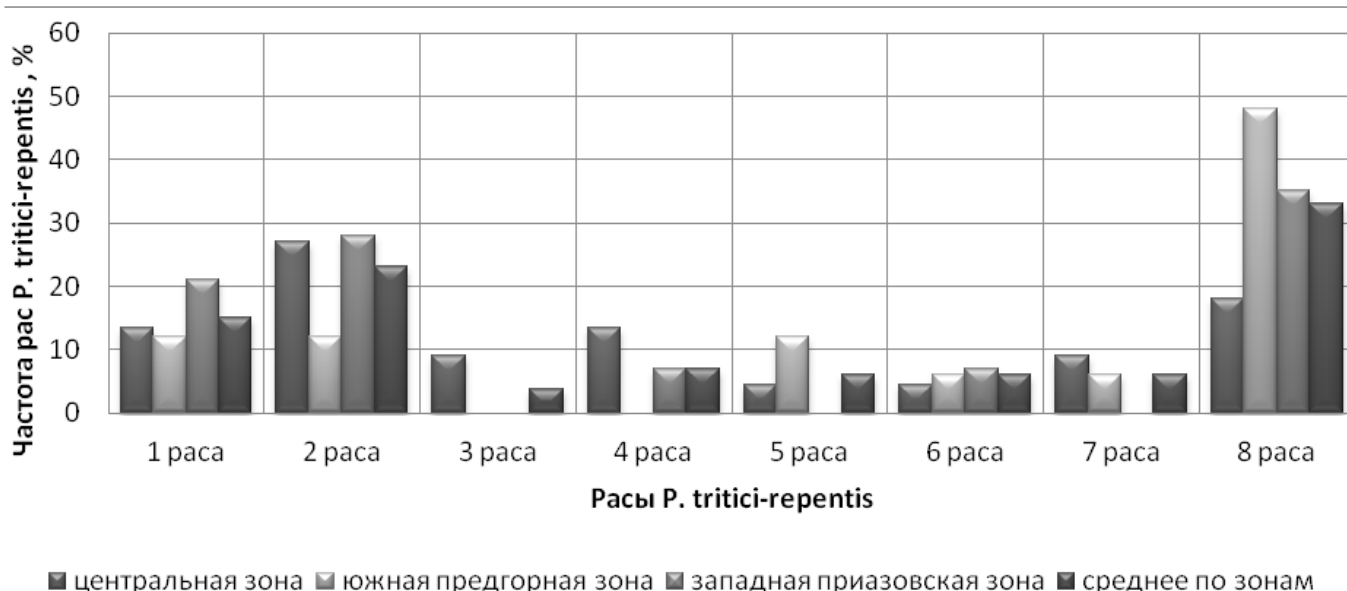


Рисунок 1. Частота рас *P. tritici-repentis*, идентифицированных с помощью канадских сортов-дифференциаторов

Выводы

Полученные результаты также свидетельствуют о физиологическом разнообразии популяции возбудителя желтой пятнистости листьев, распространенной на территории Краснодарского, Ставропольского краев, по расовому составу и указывают на высокую частоту встречаемости 8-й расы, продуцирующей все три токсина, что необходимо учитывать при создании новых, устойчивых, к патогену, сортов.

Поддержано грантом №16-44-230696 р_а Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

Список литературы:

1. Rees, R.G. Susceptibility of Australian wheats to *P. tritici-repentis* / R.G. Rees, G.J. Platz, R.J. Mayer // Australian Journal of Agricultural Research. - 1987. - Vol. 39. - P. 141-151.
2. Hosford, R.M. Effect of wheat genotype, leaf position, growth stage, fungal isolate, and wet period on tan spot lesions / R.M. Hosford, J.G. Jordahl, J.J. Hammond // Plant Disease. - 1990. - Vol. 74. - P. 385-390.
3. Кремнева, О.Ю. Структура популяции возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы на Северном Кавказе по вирулентности и элементы биологизированной защиты от патогена: дисс. канд. биол. наук / Кубанский государственный аграрный университет / О.Ю. Кремнева. - Краснодар, 2007. - 164 с.
4. Кремнева, О.Ю. Пиренофороз - опасное заболевание пшеницы / О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова // Защита и карантин растений. - 2007. - № 6. - С. 45-46.
5. Кремнева, О.Ю., Волкова Г.В. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе // Защита и карантин растений. - 2011. - № 10. - С. 37-39.
6. Гранин Е.Ф., Монастырская Э.И., Краева Г.А., Кочубей К.Ю. Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе / О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова // Защита растений. - 1989. - № 12. - С. 21.
7. Ballance, G. M. Purification and characterization of a host-selective necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis* / G.M. Ballance, L.Lamari, C.C. Bernier // Physiol. Mol. Plant Pathol. - 1989. - Vol. 35. - P. 203-213.
8. Ali, S. Identification and characterization of novel isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* from Arkansas / S. Ali S, S. Gurung, T.B. Adhikari // Plant Dis. - 2010. - Vol. 94. - P. 229-235.
9. Lamari, L. Genetics of tan necrosis and extensive chlorosis in tan spot of wheat caused by *P. tritici-repentis* / L. Lamari, C.C. Bernier // Phytopathology. - 1991. - Vol. 81. - № 10. - P.

1092-1095.

10. Strelkov, S.E. Host-parasite interactions in tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) of wheat / S. E. Strelkov, L. Lamari // Can. J. Plant. Pathol. – 2003. – Vol. 25. – P.339-349.
11. Lamari, L. Forensic pathology of Canadian bread wheat: The case of tan spot / L. Lamari, B. D. McCallum, R.M. DePauw // Phytopathol. – 2005. – Vol. 95. – № 2. – P. 144-152.
12. Lamari, L. Race differentiation in *Pyrenophora tritici-repentis* and survey of physiologic variation in western Canada / L. Lamari, J. Gilbert, A. Tekauz // Can. J. Plant Pathol. – 1998. – Vol. 20. – P. 396-400.
13. Михайлова, Л.А. Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* / Л.А. Михайлова, Е.И. Гульяева, И.М. Кокорина // Микология и фитопатология. – 2002. – Т. 36. – Вып.1. – С. 63-67.
14. Михайлова, Л.А. Популяционная структура *Pyrenophora tritici-repentis* из Европейской части России по вирулентности / Л.А. Михайлова, И.Г. Тернюк, Н.В. Мироненко // Микология и фитопатология. – 2007. – Т. 41. – Вып. 3. – С. 269-275.
15. Кремнева, О.Ю. Структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis* на Северном Кавказе по вирулентности и морфолого-культуральным признакам / О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова // Микология и фитопатология. – 2007. – № 4. – С. 356-361.
16. Волкова, Г.В. Желтая пятнистость листьев пшеницы (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) / Г.В. Волкова, О.Ю. Кремнева, А.Е. Андропова, Надыкта В.Д. – Монография, Москва, ООО"АМА-ПРЕСС". –2012. – 108 с.

УДК: 575.12:633.854.78

ОЦЕНКА ГИБРИДОВ РИСА ПО СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ С ПОМОЩЬЮ РУЛОНОВ НА 1,5% РАСТВОРЕ NaCl

Кудашкина Е.Б., аспирант,

Костылев П.И., доктор сельскохозяйственных наук

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ,

347740, г. Зерноград, Ростовской области, Россия

E-mail: cudashkina.ekaterina@yandex.ru

В статье представлены результаты анализа солеустойчивости образцов риса лабораторным методом, концентрация NaCl – 1,5%. Растения выращивали в термостате при температуре 26 °С. Через 15 дней измеряли длину корешков и ростков, рассчитывали всхожесть семян. Для анализа гибридов чувствительного к соли краснодарского сорта Новатор с линиями IR 52713-2B-8-2B-1-2, IR 74099-3R-3-3, NSIC Rc 106 – донорами локуса солеустойчивости Saltol – использовали маркеры RM 493 и RM 7075. Из растений F₂ были отобраны 90 растений, которые проанализировали методом ПЦР и по результатам ДНК-анализа выделили 6 солеустойчивых образцов, гомозиготных по искомому локусу. Из их потомства отобраны перспективные формы, представляющие интерес для создания солеустойчивых сортов риса.

Ключевые слова: рис, сорт, образец, солеустойчивость, ДНК-маркеры, ПЦР-анализ, Saltol.

The article presents the results of the analysis of salt tolerance in rice samples by the laboratory at a concentration of NaCl – 1,5%. The plants were grown in an incubator at a temperature of 26 °C. After 15 days, we measured the length of roots and shoots, the germination of seeds counted. For the analysis of hybrids sensitive to salt Krasnodar varieties Innovator with lines IR 52713-2B-8-2B-1-2, IR 74099-3R-3-3, NSIC Rc 106 – donor locus salt tolerance Saltol, using markers RM 493 and RM 7075. 90 plants were selected from the F₂ plants which are analyzed by PCR, and the results of DNA analysis identified 6 of them are salt tolerant samples homozygous for the desired locus. From their offspring selected promising form of interest to create a salt-tolerant rice varieties.

Key words: rice, sort, sample, salt tolerance, DNA markers, PCR, Saltol.

Введение

Рис является самой важной пищевой культурой для более половины населения мира. Миллионы гектаров во влажных районах Азии и других континентов технически подходят для производства риса, но остались необработанными или дают очень низкую урожайность зерна из-за соленых и проблемных почв. Пятая часть орошаемых земель в мире испытывает неблагоприятное воздействие высокой солености почвы и в различной степени страдает от засоления [1]. Засоление почвы значительно ограничивает продуктивность выращиваемого на ней риса. В Российской Федерации рис выращивается на площади около 200 тыс. га. Около 80 тыс. га рисовых полей на юге России в той или иной степени подвержены засолению [2].

Снижение урожайности на засоленных почвах может быть преодолено путем повышения толерантности риса к засолению. Поэтому создание и внедрение в сельскохозяйственное производство новых продуктивных сортов с высокой устойчивостью к солевому стрессу является одной из актуальных задач селекции этой культуры.

В последние годы был достигнут большой прогресс в разработке технологий молекулярного маркирования и их применения в контроле сложных агротехнических признаков с помощью маркерной селекции [3]. Технология молекулярного маркирования локусов солеустойчивости позволяет без использования провокационных фонов отбирать формы растений с целевыми генами и создавать сорта с заданными свойствами [4]. Толерантность к засолению на разных стадиях роста обеспечивают несколько независимых генов, основным из которых является *Saltol*, расположенный на хромосоме 1 [5]. Его основная функция заключается в контроле баланса ионов Na^+/K^+ в растениях риса [6]. В основе селекционной стратегии для передачи конкретного аллеля из линии донора в линию-реципиент лежит гибридизация и использование молекулярных маркеров, которые позволяют контролировать перенос генов потомству в каждом поколении, что увеличивает скорость и надежность процесса отбора.

Цель работы

Оценка с помощью рулонов и солевых растворов, а также ДНК-маркеров и ПЦР-анализа гибридных форм риса F_2 - F_3 .

Материалы и методы

Изучали сорта, коллекционные образцы и гибриды ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калиненко, ВНИИ риса и Агрогенетического института (Ханой, Вьетнам). Гибриды трех комбинаций получены от скрещивания солеустойчивых доноров IR 52713-2B-8-2B-1-2, IR 74099-3R-3-3 и NSIC Rc 106 со скороспелым краснодарским сортом Новатор.

Оценку образцов к солевому стрессу проводили в рулонах из фильтровальной бумаги и полиэтилена, которые помещали в специальные лотки и добавляли солевой раствор в концентрации 1,5% NaCl [7]. Контрольные семена проращивали на дистиллированной воде. Растения выращивали в термостате при температуре 26 °С, влажности 70%. Через 15 дней измеряли длину корешков и ростков, рассчитывали процент всхожести семян (рис. 1, стр. 101).

Растения риса выращивали на чеках ФГУП «Пролетарское» Ростовской области. Из листьев риса, отобранных на селекционных делянках, в лабораторных условиях Института биологии ЮФУ выделяли геномную ДНК. При проведении SSR-анализа использовали 2 пары праймеров, сцепленных с локусом солеустойчивости: RM493 и RM7075 [8].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы Excel пакета Microsoft Office.

Результаты

При изучении двух индийских доноров солеустойчивости NSIC Rc 106 и FL 478 в сравнении с краснодарским сортом Новатор и ростовскими сортами Кубояр, Светлый, Магнат, Боярин, Южанин, а также коллекционным образцом Чили 45-1-1 были установлены значительные различия по длине ростков и корешков, которая варьировала по сортам и вариантам опыта (табл. 1).

Среди изученных сортов максимальная длина ростков в солевом растворе была у сортов Боярин (7,33 см) и Светлый (7,06 см). Самые короткие ростки сформировались у сортов Новатор (3,79 см) и NSIC Rc 106 (3,91 см). Наибольшая длина корешков отмечена на контроле у сортов Боярин (10,57 см) и Новатор (10,52 см), а в опыте – у Боярина (5,24 см), FL 478 (5,53) и NSIC Rc 106 (5,17).

Два солеустойчивых образца проявили повышенную солеустойчивость. Соотношение длины корня в опыте к контролю, которое характеризует степень устойчивости, оказалось наибольшим именно у них. У FL 478 эта величина составила 89,2%, у NSIC Rc 106 – 76,4% (рис. 2, стр. 102).

Устойчивость к засолению у сорта Новатор была минимальной – 42,2%, чуть больше у Кубояра – 46,3%. У остальных изученных образцов солеустойчивость корней была около 50%. Поэтому сорт FL 478 представляет наибольшую ценность для селекции.

Солеустойчивость, определенная по соотношению длины ростков, отличалась от таковой по корням. Повышенная солеустойчивость отмечена у сорта FL 478 (83,4%), у Светлого – 73,3%, Южанина – 68,4% и Боярина – 67,7%. Сорт NSIC Rc 106 (62,8%) лишь на 5 месте. Минимальные величины – у сортов Магнат и Кубояр (56%).

Таблица 1. Биометрические характеристики 15-дневных проростков риса на солевом растворе и воде

Сорт	Длина ростков, см		Длина корешков, см	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Новатор	3,79	6,10	4,44	10,52
NSIC Rc 106	3,91	6,22	5,17	6,77
FL 478	4,81	5,77	5,53	6,20
Чили 45-1-1	5,53	8,52	5,14	10,26
Кубояр	5,97	10,64	4,70	10,15
Светлый	7,06	9,64	5,01	10,01
Магнат	4,15	7,46	4,87	9,99
Боярин	7,33	10,83	5,24	10,57
Южанин	5,30	7,75	4,64	9,31

Индийские сорта – позднеспелые, они зацветали в сентябре и не успевали созреть в полевых условиях Ростовской области. Для передачи генов устойчивости в отечественные сорта была проведена гибридизация доноров NSIC Rc 106, IR 52713-2B-8-2B-1-2 и IR 74099-3R-3-3 со скороспелым сортом Новатор [9].

Из растений второго поколения были отобраны 90 скороспелых, хорошо озерненных образцов (по 30 в каждой комбинации), которые проанализировали методом ПЦР на наличие интродуцированных аллелей **Saltol**.

В гибридной комбинации IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор было выявлено два растения, гомозиготных по гену **Saltol**. Семнадцать растений были гетерозиготными, 9 – гомозиготными по рецессивному аллелю. Аналогичные результаты получены и по двум другим комбинациям скрещивания. Так, у гибрида IR 74099-3R-3-3 × Новатор оказалось 2 SS, 8 Ss и 14 ss; у гибрида NSIC Rc 106 × Новатор – 2 SS, 13 Ss и 15 ss. На различия в результатах повлиял искусственный отбор лучших по морфотипу скороспелых растений. При изучении генотипов по SSR-маркерам в каждой гибридной комбинации было выявлено по 2 формы, гомозиготных по аллелю **Saltol**. Они были высеяны в поле на F₃, из которого отобрали лучшие формы для размножения и дальнейшего изучения.

Расщепление было далеко от Менделевского 1:2:1. Число гетерозигот было близко к статистически вероятному, но количество гомозигот **Saltol** существенно ниже ожидаемого, а **saltol** – наоборот, значительно выше. Таким образом, только 6 растений из 90 являлись гомозиготными по гену **Saltol** [10].

В 2015 году семьи этих гомозиготных, а также гетерозиготных форм выращивали в поле, где они продолжали в значительной степени расщепляться по многим

морфологическим признакам и вегетационному периоду. Из них были отобраны 340 лучших растений с повышенной кустистостью и озерненностью, для дальнейшего анализа и посева. Они были изучены на солеустойчивость рулонным методом. Лучшие линии представлены в порядке ранжирования длины проростков в таблице 2.

Всхожесть семян варьировала от 78% (Новатор) до 99% (6675-1). У родительского сорта Новатор длина ростков составляла 3,8 см, а у гибридных образцов – от 3,5 до 13,0 см. Соответственно, длина корешков у стандарта – 4,4 см, у образцов – от 6,3 до 13,2 см. Самые мощные, длинные проростки сформировались у линий 6907-1 (NSIC Rc 106 × Новатор), 7046-1 (IR 74099-3R-3-3 × Новатор) и 6975-1 (IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор) – до 25,3 см, т.е. в 3 раза больше Новатора.

Они могут представлять большой интерес в маркерной селекции риса для создания солеустойчивых сортов.

Таблица 2. Всхожесть и длина проростков гибридов риса F₃ в рулонах на 1,5% растворе NaCl через 15 дней

№ образца 2015 г.	Гибрид, сорт	Средняя всхожесть, %	Длина корешков, мм	Длина ростков, мм	Длина проростков, мм
стандарт	Новатор	78	4,4	3,8	8,2
6916-1	NSIC Rc 106 × Новатор	90	6,3	5,5	11,9
7005-1	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	79	7,0	5,7	12,6
6978	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	85	9,9	3,5	13,4
7074	IR 74099-3R-3-3 × Новатор	95	9,1	5,1	14,2
7067-1	IR 74099-3R-3-3 × Новатор	93	10,2	4,1	14,3
6905-1	NSIC Rc 106 × Новатор	85	7,8	6,6	14,5
6992-1	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	88	8,8	6,4	15,2
7038-1	IR 74099-3R-3-3 × Новатор	81	10,6	4,7	15,3
6977-1	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	81	7,9	7,5	15,5
6998-1	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	92	7,9	8,0	15,9
6922-1	NSIC Rc 106 × Новатор	91	4,9	11,5	16,4
7008-1	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	97	7,2	9,5	16,7
7053-1	IR 74099-3R-3-3 × Новатор	93	7,8	9,5	17,3
6901	NSIC Rc 106 × Новатор	95	11,2	6,7	17,9
6907-1	NSIC Rc 106 × Новатор	98	11,0	7,2	18,3
7046-1	IR 74099-3R-3-3 × Новатор	91	13,2	6,5	19,7
6975-1	IR 52713-2B-8-2B-1-2 × Новатор	99	12,3	13,0	25,3
	HCP 05	2,0	1,3	0,9	2,2

Выводы

1. С помощью рулонов и солевых растворов NaCl (1,5%) выявлены существенные различия по солеустойчивости сортов и гибридов риса.
2. Расщепление по гену **Saltol** отличается от теоретически ожидаемого 1:2:1 вследствие отбора лучших по морфотипу форм.
3. Маркерная селекция позволила выделить перспективные гибриды, которые могут представлять большой интерес для создания солеустойчивых сортов риса.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ, проект № 40.91.2014/К.

Список литературы:

1. Negrao, S. Recent updates on salinity stress in rice: from physiological to molecular responses / S. Negrao, B. Courtois, N.Ahmadi, I. Abreu, N. Saibo, M.M. Oliveira / Critical Reviews in Plant Sciences, 2011. - V. 30. - 4. - P. 329-377.
2. Ладатко, Н.А. Морфофизиологические особенности сортов риса, обуславливающие их устойчивость к засолению почвы, в связи с разработкой методов оценки селекционных образцов на солеустойчивость: диссертация ... кандидата биологических наук / Н.А. Ладатко / Краснодар, 2006. - 190 с.
3. Singh, D. Marker assisted selection and crop management for salt tolerance: a review / D. Singh, A. Kumar, A.S. Kumar et al. / African Journal Biotechnology. - 2011. - V. 10. - 66. - P. 14694-14698.
4. Sabouri, H. QTLs mapping of physiological traits related to salt tolerance in young rice seedlings / H. Sabouri, A.M. Rezai, A. Moumeni, et al.// Biol. Plant. - 2009. - V. 53. - P. 657-662.
5. Takehisa, H. Identification of quantitative trait loci for plant growth of rice in paddy field flooded with salt water / H. Takehisa, T. Shimodate, Y. Fukuta et al. // Field Crops Research. - 2004. - V. 89. - 1. - P. 85-95.
6. Platten, J.D. Salinity tolerance, Na⁺ exclusion and allele mining of HKT1;5 in *Oryza sativa* and *O. glaberrima*: many sources, many genes, one mechanism? / J.D. Platten, J.A. Egdane, A.M. Ismail // BMC Plant Biol. Y. - 2013. - V. 13. - P 2-16.
7. Костылев, П.И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса / П.И. Костылев. - Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2011. - 288 с.
8. Thomson, M. J. Characterizing the Saltol Quantitative Trait Locus for Salinity Tolerance in Rice / M. J. Thomson, M. de Ocampo, J. Egdane et al. // Rice. - 2010. - V. 3. - P. 148-160.
9. Кудашкина, Е.Б. Изучение солеустойчивости риса лабораторными методами / Е.Б. Кудашкина, П.И. Костылев // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия. Сборник материалов. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. - С. 401-404.
10. Usatov, A.V. Introgression the SALTOL QTL into the elite rice variety of Russia by marker-assisted selection / A.V. Usatov, P.I. Kostylev, K.V. Azarin, A.V. Alabushev, M.S. Makarenko, N.A. Usatov // American Journal Agricultural and Biological Sciences, DOI: 10.3844/ajabssp - 2015. - Volume 10. - Issue 4 - P. 165-169.

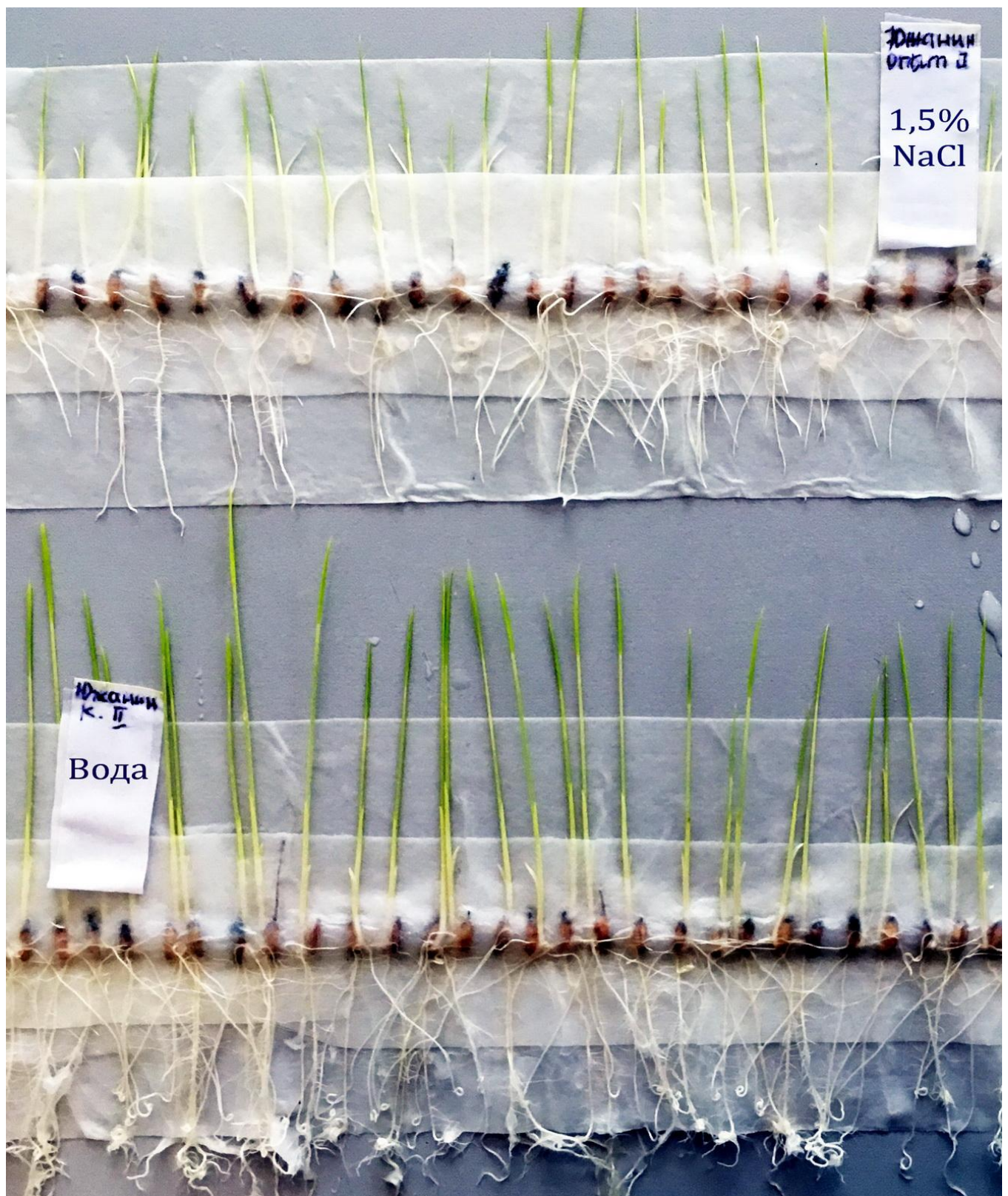


Рисунок 1. Двухнедельные проростки риса на солевом растворе (вверху) и на воде (внизу)

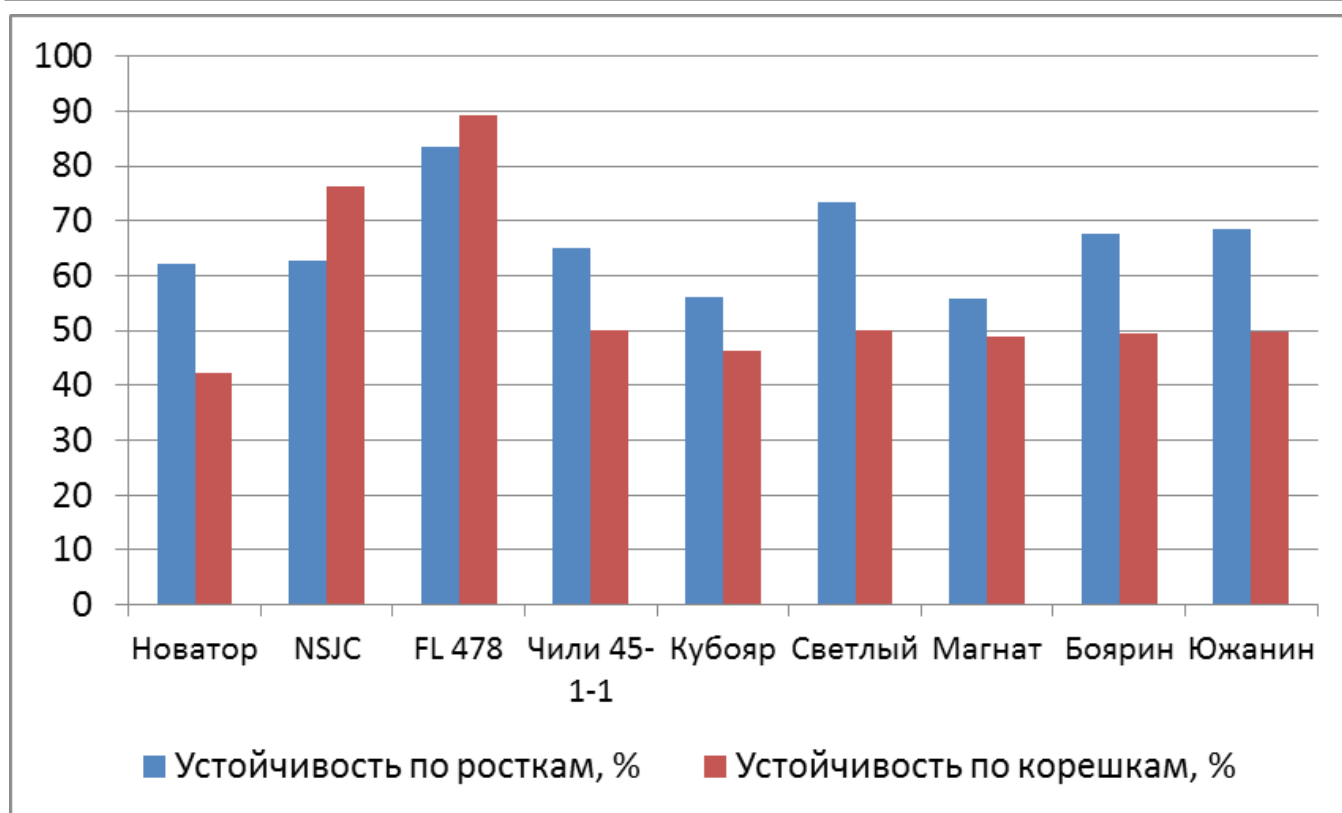


Рисунок 2. Солеустойчивость сортов риса, %

УДК 633.18:631.582:631.452

ВЛИЯНИЕ ИСКЛЮЧЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ИЗ РИСОВЫХ СЕВООБОРОТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Кумейко Ю.В., Паращенко В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,

Кремзин Н.М., кандидат сельскохозяйственных наук,

Швыдкая Л.А., Слепцова О.И.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский
научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, п. Белозерный, Россия.*

E-mail: arrri_kub@mail.ru

Проведенными исследованиями установлено, что исключение многолетних трав из рисового севооборота за 14 лет привело к заметному снижению содержания гумуса на 0,38 %, что значительно превышало потери гумуса при возделывании риса с включением в севооборот многолетних трав. Наряду с этим отмечены и более высокие потери легкогидролизуемого азота. Наличие в севообороте многолетних трав способствует улучшению пищевого режима почвы и позволяет повысить урожайность риса.

Ключевые слова: севооборот, многолетние травы, гумус, азот, урожайность риса.

The conducted researches have shown that that the exclusion of perennial grasses from rice crop rotation for 14 years has led to a noticeable decrease in the humus content by 0.38% and it was half higher than the loss of humus in case of rice cultivation with perennial grasses included into crop rotation. Along with that high losses of hydrolysable nitrogen were noticed. Presence of perennial grasses in crop rotation caused improving in soil nutrient status and allowed to increase rice yield.

Key words: crop rotation, perennial grasses, humus, nitrogen, rice yield.

Введение

Специфические окислительно-восстановительные условия, связанные с периодическим затоплением почвы при возделывании риса, способствуют снижению общих запасов органического вещества. Известно, что интенсивное использование почв на фоне применения удобрений и многократных обработок приводят к усилению процессов минерализации органического вещества почвы [1, 2, 3].

Рисовые севообороты являются основой высокой культуры земледелия в рисоводстве. Рациональное чередование культур в сочетании с системой интенсивных приемов агротехники, широкой химизации, механизацией и орошением позволяет более эффективно использовать ирригированный фонд, повышать плодородие почвы и урожай риса. Научно обоснованный рисовый севооборот состоит из двух звеньев: травяного и парового, каждое из которых выполняет свою задачу. Основное назначение травяного звена – обогащение почвы органическим веществом, борьба с болотными сорняками, производство высокобелковых кормов. Паровое звено служит, в первую очередь, для проведения мелиоративно-ремонтных работ, выращивания парозанимающих культур, а также борьбы с сорно-полевыми формами риса [4, 5, 6].

Применение удобрений в рисовых севооборотах наиболее результативно при учете основных факторов, которые, при прочих равных условиях, определяют эффективность их действия. К ним относятся, в первую очередь, обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания, предшественник, биологические особенности сортов риса [1, 2, 7].

В рисовых севооборотах основной культурой является рис, с различной степенью его насыщения, а также дополнительные культуры севооборота, являющиеся его предшественниками. Сопутствующие кормовые культуры должны способствовать

улучшению плодородия почв и ее мелиоративных условий. Установлено, что люцерна, а в отдельных зонах и клевер, в рисовых севооборотах являются незаменимыми в хозяйственном, агротехническом и мелиорирующем отношениях. Их агротехническое значение заключается в значительном обогащении почвы свежим органическим веществом высокой биологической ценности. Они способны повышать биологическую активность почвы, при которой органическое вещество превращается в гумус, и способствует его накоплению [1, 2].

Возделывание многолетних трав в рисовом севообороте позволяет улучшить структуру почвы, которая подвергается периодическому затоплению при выращивании риса, что влечет за собой ее уплотнение.

Известна также способность люцерны выступать в роли мелиорирующей культуры. Она понижает уровень грунтовых вод и уменьшает их минерализацию на рисовых чеках. Благодаря мощно развитой и глубоко проникающей корневой системе люцерна способна поглощать воду с глубоких горизонтов, а за счет большой поверхности листьев происходит испарение влаги [2].

Следовательно, положительное влияние многолетних трав на плодородие почвы и урожайность риса делает их непревзойденными ведущими предшественниками в рисовых севооборотах.

Учитывая это, рекомендованные рисовые севообороты должны иметь степень насыщенности посевами многолетних трав не менее 25%. Однако в настоящее время в связи с резким сокращением животноводства в рисосеющих предприятиях Краснодарского края этот показатель значительно уменьшился.

Цель исследований

Установить изменения содержания гумуса и показателей азотного режима рисовых почв Краснодарского края в условиях севооборота без многолетних трав и сравнить их с аналогичными показателями в севообороте с многолетними травами.

Материалы и методы

Исследования проводили в рисоводческих предприятиях Красноармейского и Славянского районов Краснодарского края в условиях полевых опытов с севооборотами, как включающими многолетние травы, так и без них. Минеральные удобрения вносили в дозах для получения планируемой урожайности риса.

В полях изучаемых севооборотов весной и осенью отбирали пробы почвы из слоя 0-20 см. В пробах определены: азот легкогидролизуемый по методу Тюрина и Кононовой в модификации Кудеярова (весна, осень) [8]; гумус общий (весна) по Тюрину [8].

Для проведения исследований использовались: спектрофотометр GENESIS 8, бидистиллятор FI-STREEMIII, весы лабораторные *DenverAPX-602*, весы аналитические электронные A 120 S (A-100A).

Результаты

Результаты исследований показали, что существенное снижение содержания гумуса (за 14 лет) отмечено в почве при возделывании риса в севообороте без многолетних трав. Оно составило 0,38%, что превышает потери гумуса при возделывании риса с включением в севооборот многолетних трав. Эти изменения от исходного его содержания составляют 10,6 и 4,9% соответственно (табл. 1).

Таким образом, включение в рисовый севооборот многолетних трав обеспечивает пополнение почвы органическим веществом, что позволяет сократить потери гумуса из почвы и сохранить ее плодородие.

Аккумуляция углерода в виде гумусовых веществ находится в прямой зависимости от органического азота, участвующего в образовании гумуса, а размеры аккумуляции азота определяют накопление гумуса и в итоге – плодородие почвы.

Таблица 1. Содержание гумуса в почве в севооборотах с многолетними травами и без многолетних трав, %

Годы исследований	Гумус
Севооборот с многолетними травами	
2002	2,87
2015	2,73
Изменение содержания гумуса ±	-0,19
Севооборот без многолетних трав	
2002	3,60
2015	3,22
Изменение содержания гумуса ±	-0,38

Проведенными исследованиями (2007, 2015 гг.) установлено, что использование почвы в рисовом севообороте с многолетними травами обеспечило повышение содержания легкогидролизуемого азота, являющегося основным источником пополнения запасов минеральных форм азота на 0,32 мг /100 г почвы, а в севообороте без многолетних трав – снижение на 0,60 мг /100 г почвы (табл. 2).

В течение периода вегетации риса (2015 г., весна-осень) снижение данного показателя в почве с севооборотом, включающим многолетние травы, составило 1,39 мг /100 г почвы, а в почве с севооборотом без многолетних трав за аналогичный период достигло более значительной величины – 1,74 мг /100 г почвы. Это указывает на высокий расход содержащегося в почве легкогидролизуемого азота в севообороте без многолетних трав (табл. 2).

Таблица 2. Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве в севооборотах с многолетними травами и без многолетних трав, мг/100 г почвы

Варианты	2007 г.		2015 г.	
	весна	осень	весна	осень
Севооборот с многолетними травами	6,63	5,70	6,95	5,56
Севооборот без многолетних трав	6,84	5,48	6,24	4,50

Результаты исследований свидетельствуют о том, что использование многолетних трав в рисовых севооборотах обеспечивает более высокое содержание соединений азота в почве, чем в севообороте без многолетних трав, которое благоприятно сказывается на продуктивности растений риса. В севообороте с многолетними травами урожайность риса была выше на 0,71 т/га, чем в севообороте без многолетних трав.

Выводы

1. Возделывание риса в севообороте без многолетних трав в течение 14 лет привело к снижению содержания гумуса на 0,38%, что значительно превышало его потери в севообороте с многолетними травами.
2. Более высокие потери легкогидролизуемого азота установлены в севообороте без многолетних трав. Они составили 0,60 мг/ 100 г почвы, что на 53% больше по сравнению с севооборотом с многолетними травами.
3. Исключение многолетних трав из рисового севооборота влечет за собой снижение содержания гумуса, основного показателя плодородия почвы, и количества азота, являющегося лимитирующим фактором в получении урожаев риса.

Список литературы:

1. Паращенко, В.Н. Сезонные изменения обеспеченности основных подтипов рисовых почв элементами минерального питания / В.Н. Паращенко, Н.М. Кремзин, Л.А. Швыдкая // Материалы докладов VI съезд общ. почвоведов им. В.В. Докучаева. – Петрозаводск, 2012. –

- С. 329-330.
2. Трансформация азота в рисовой лугово-черноземной почве и эффективность разных форм азотных удобрений / В.Н. Паращенко, Н.М. Кремзин, Ю.В. Кумейко, В.И. Терпелец // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – Вып. № 3 (48). – С. 82-86.
 3. Азотный режим рисовых почв и способы его регулирования при возделывании риса / Н.М. Кремзин, В.В.Гергель, В.Н. Паращенко, Ю.В. Кумейко, В.Н. Слюсарев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – Вып. № 4 (49). – С. 49-52.
 4. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
 5. Уджуху, А.Ч. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах / А.Ч. Уджуху, В.Ф. Шашенко. – Краснодар: Советская Кубань, 2003. – 192 с.
 6. Кузнецов, Е.В. Оценка эффективности севооборотов на существующих и восстановленных рисовых полях для разработки сбалансированной рисовой оросительной системы / Е.В. Кузнецов, М.И. Чеботарёв, И.А. Приходько // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 28. – С. 149-152.
 7. Романенко, Г.А. Рисовые севообороты / Г.А. Романенко, В.Ф. Шашенко. –Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1974. – 112 с.
 8. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин. – М.: Колос, 2008. – 599 с.

УДК: 633.18:631.8: 631.31:631.559

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РИБАВ-ЭКСТРА НА ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

Ладатко В.А., кандидат сельскохозяйственных наук,

Ладатко М.А., кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,

350921, г. Краснодар, Россия

E-mail: valery.ladatko@mail.ru

В условиях полевого опыта изучена эффективность фиторегулятора рибав-экстра на посевах риса. Установлено, что обработка им семян и растений оказывает незначительное влияние на полевую всхожесть семян и густоту стояния растений. Наибольшая прибавка урожая зерна получена в вариантах с обработкой семян дозой 7 мл/т и растений – 3 мл/т. Лучшим способом применения рибав-экстра является обработка вегетирующих растений.

Ключевые слова: *рис, регуляторы роста растений, полевая всхожесть, урожайность.*

Efficiency of phyto-regulator ribav-extra on rice crops was studied under conditions of field experiment. It was found that treatment of seeds and plants has insignificant effect on seeds field germination and plants density. The highest increase of grain yield was obtained in variants with seeds treatment with a dose 7 ml/t and plants treatment with a dose 3 ml/t. The best way of using ribav-extra is treatment of vegetating plants.

Key words: *rice, plants growth regulator, field germination, yield.*

Введение

Ретроспективный анализ валовых сборов риса зерна по стране показывает, что за последние 20 лет он остается недостаточным для полного удовлетворения населения в этом ценном продукте питания, хотя биологический потенциал возделываемых сортов значительно выше фактически получаемой урожайности [1].

Дальнейший прогресс в рисоводстве возможен только при условии максимально сбалансированной реализации комплекса агробиологических агрохимических приемов с

учетом требований развивающегося растительного организма. Известно, что увеличение урожайности риса в большей степени зависит от вносимых минеральных удобрений, и в первую очередь, азотных, на долю которых приходится 80-90% прибавки от применения полного удобрения. К сожалению, приемы химизации, основанные только на применении высоких доз минеральных удобрений, имеют ограниченную экспоненту роста и приводят к загрязнению окружающей среды.

В связи с этим важным компонентом современных технологий производства продукции растениеводства становятся регуляторы роста растений, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ растений, что приводит к видимым изменениям в росте и развитии и имеют важное хозяйственное значение. При этом нужно иметь в виду, что, как правило, регуляция этих процессов гормонами или их синтетическими аналогами высокоспецифична и не может осуществляться другими средствами воздействия на растение, такими, как минеральные удобрения, и т. п. Поэтому овладение законами (закономерностями) гормональной регуляции жизнедеятельности растений является актуальной задачей не только теории, но и практики растениеводства [2].

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы являлось создание эффективных приемов возделывания риса с использованием рибав-экстра, позволяющих обеспечить наибольшее производство продукции с единицы площади.

Материалы и методы

Изучение эффективности регулятора роста рибав-экстра на посевах риса осуществляли в условиях полевого опыта. Схема опыта включала восемь вариантов:

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1) Контроль (без обработок); | 5) Обработка семян (10 мл/т); |
| 2) Обработка семян (3 мл/т); | 6) Обработка растений (1 мл/га); |
| 3) Обработка семян (5 мл/т); | 7) Обработка растений (3 мл/га); |
| 4) Обработка семян (7 мл/т); | 8) Обработка растений (5 мл/га). |

Препарат рибав-экстра представляет собой 60%-ный спиртовой экстракт продуктов метаболизма микоризных грибов, выделенных, из корней женьшеня, и содержит уникальный комплекс природных аминокислот. Эффективность вариантов опыта оценивали на минеральном фоне $N_{104}P_{50}$ ($N_{58}P_{50}$ перед посевом + N_{46} в подкормку). В качестве удобрения использовали аммофос и мочевины.

Повторность опыта – 4-х кратная. Метод размещения делянок – систематический. Общая площадь делянки – 40,0 м² (длина – 20,0 м, ширина – 2,0 м), учетная – 27,0 м² (длина – 18,0 м, ширина – 1,5 м).

Предшественник – рис.

Объект исследования – среднеспелый сорт риса Гарант.

Предпосевную обработку семян препаратом проводили влажно-сухим способом (увлажнение 2,0%) ручную опрыскивателем в день посева. Рабочие растворы готовили на дистиллированной воде. Контрольные семена обрабатывали дистиллированной водой.

Способ сева – рядовой (сеялкой СН-16) на глубину 0,5-1,0 см.

Обработку посевов регулятором роста проводили в фазу кущения риса (6-7 листьев) ранцевым опрыскивателем. Рабочую жидкость для обработки посевов готовили на воде из расчета расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Учет урожая зерна проводили методом сплошного обмолота каждой делянки рисоуборочным комбайном КУКЕ КС 575 с последующим приведением данных к стандартной влажности и чистоте.

Результаты

Проблема повышения полевой всхожести семян относится к числу весьма уязвимых элементов не только отечественных, но и зарубежных машинных агротехнологий. Она, как правило, ниже лабораторной в 2-3 раза, и, в зависимости от биологических особенностей сортов, агротехнических и почвенно-климатических условий, колеблется в пределах 20-40% [3]. Вот почему разрабатываемые технологии выращивания риса в обязательном порядке включают операции, позволяющие повысить полевую всхожесть семян. К ним

можно отнести обработку почвы, планировку чеков, предпосевную подготовку семян, срок посева, глубину заделки семян и режим орошения. Многочисленными исследованиями, и нашими в частности, установлено, что одним из способов повышения посевных качеств семян риса являются применение регуляторов роста [4].

Учет густоты стояния растений показал, что величина ее составила в среднем по опыту 175 шт./м² (таблица 1). При этом в вариантах с обработкой семян величина ее возрастала до 10 шт./м². Определение полевой всхожести семян выявило незначительное действие рибав-экстра на изучаемый показатель, который увеличивался на 0,8-1,3 процентных пункта при использовании препарата в дозах 7 и 10 мл/т. Несущественным было влияние испытываемого препарата на густоту стояния растений перед уборкой и выживаемость растений, значение которых варьировало в пределах 128,5-131,5 шт./м² и 72,2-76,4% соответственно. Вместе с тем необходимо отметить, что обработка вегетирующих растений регулятором роста способствовала увеличению доли выживших растений.

Таблица 1. Густота стояния и выживаемость растений риса в зависимости от способов применения регулятора роста рибав-экстра

Способ применения	Доза препарата	Густота стояния растений,		Полевая всхожесть, %	Выживаемость растений, %
		шт./м² по всходам	перед уборкой		
Контроль		172,9	128,5	24,7	74,3
Обра-ботка семян	3 мл/т	174,1	129,5	24,9	74,4
	5 мл/т	177,0	130,6	25,3	73,8
	7 мл/т	182,1	131,4	26,0	72,2
	10 мл/т	178,5	131,3	25,5	73,6
Обра-ботка расте-ний	1 мл/га	173,0	130,8	24,7	75,6
	3 мл/га	172,2	131,5	24,6	76,4
	5 мл/га	173,1	131,0	24,7	75,7
НСР ₀₅		5,31	4,48		

Урожайность является итогом физиолого-биохимических процессов, протекающих в растениях, направленность которых зависит от генетической природы самого растения и условий внешней среды. В тоже время роль биологически активных веществ в повышении урожайности риса достаточно велика.

Обработка семян регулятором роста рибав-экстра способствовала повышению урожайности, в зависимости от дозы препарата, на 3,7-14,0% (таблица 2). Лучшей дозой препарата определено 7 мл/т. В результате ее применения превышение урожайности над контролем составило 7,1 ц/га.

Таблица 2. Урожайность зерна риса при обработке семян и растений рибавом-экстра, ц/га

Способ применения	Доза препарата	Повторность				Среднее	Отклонение от контроля, ±	
		I	II	III	IV		ц/га	%
Контроль		48,5	52,3	47,2	54,7	50,7	---	---
Обработка семян	3 мл/т	51,3	55,9	49,5	53,4	52,5	1,85	3,65
	5 мл/т	54,7	52,0	58,8	54,6	55,0	4,35	8,58
	7 мл/т	61,0	57,2	54,2	58,7	57,8	7,10	14,01
	10 мл/т	57,5	52,9	59,9	55,7	56,5	5,83	11,49
Обработка растений	1 мл/га	60,9	60,6	57,8	54,0	58,3	7,65	15,10
	3 мл/га	57,3	62,7	62,1	55,5	59,4	8,73	17,22
	5 мл/га	55,0	59,5	57,6	52,3	56,1	5,43	10,71
НСР ₀₅						4,78		

Сравнительный анализ способов применения рибав-экстра показал, что наибольшая

урожайность обеспечивается при использовании препарата для обработки вегетирующих растений. Дозой препарата, показавшей наибольшую эффективность при обработке вегетирующих растений, является 3 мл/га. Прибавка урожая зерна в этом варианте составила 8,7 ц по отношению к контролю. Уменьшение и увеличение дозы препарата приводило к снижению его эффективности.

Вывод

Использование регулятора роста рибав-экстра в технологии выращивания риса в дозах 7 мл/т и 3 мл/га обеспечивает достоверное повышение урожайности на 7,1 и 8,7 ц/га. Сравнительный анализ способов его применения рибав-экстра показал, что наибольшая урожайность обеспечивается при использовании препарата для обработки вегетирующих растений.

Список литературы:

1. Харитонов, Е.М. Социально-экономическая концепция развития рисоводства в Российской Федерации / Е.М. Харитонов. – Ростов-на-Дону: «Фолиант», 2003. – 176 с.
2. Шевелуха, В.С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В.С. Шевелуха. – М.: Колос, 1980. – 455 с.
3. Воробьев, Н.В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести / Н.В. Воробьев. – Краснодар: ООО «МС-Центр», 2003. – 116 с.
4. Шеуджен, А.Х. Регуляторы роста на посевах риса / А.Х. Шеуджен, В.И. Синяговский. – Краснодар, 2002. – 87 с.

УДК 633.16:631.527

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РФ

Левакова О.В.¹, кандидат сельскохозяйственных наук
Ерошенко Л.М.², кандидат сельскохозяйственных наук, Ерошенко А.Н.²,
кандидат сельскохозяйственных наук,

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
¹«Рязанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
390502, г. Рязань, Россия

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Московский
научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка»,
143026, г. Москва, Россия
E-mail: podvyaze@bk.ru

Проанализированы результаты конкурсного сортоиспытания перспективных сортов и линий ярового ячменя. Показано влияние элементов структуры урожая на продуктивность.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, экологическая пластичность, структура урожая, патоген.

The contest results are analysed trials of promising varieties and lines of spring barley. The influence of structure elements crop productivity.

Key words: spring barley, productivity, ecological plasticity, structure, crop, pathogen.

Введение

Селекция ячменя в Российской Федерации ведется довольно интенсивно. Вместе с тем при высокой рентабельности и важности культуры усиливается конкуренция со стороны западноевропейских сортов. В 2015 году на долю сортов иностранной селекции, включенных в Госреестр, приходилось 26,5%, что на 7,6% больше чем в 2010 году. Доминирование сортов европейских селекционных предприятий отмечается также и на рынках стран СНГ [1]. Тем не менее более широким спросом в производстве пользуются

отечественные сорта.

Устойчивые к абиотическим и абиотическим факторам среды, с хорошим качеством зерна, созданные в России сорта при внедрении их в производство способны обеспечить выполнение основных положений Доктрины продовольственной безопасности страны. В то же время усилились агроэкологические риски, обусловленные неблагоприятными климатическими изменениями, связанными с увеличением засушливости, а также с наблюдаемой тенденцией повышения вероятности экстремальных метеорологических условий, которые могут оказаться пагубными для земледелия.

Поэтому современные сорта ячменя должны характеризоваться высокой адаптивностью к континентальным условиям, иметь стабильные показатели качества и устойчивость к специфическим патогенам.

Для создания сортов ярового ячменя, обеспечивающих устойчивые урожаи на фоне широкого варьирования погодных условий Нечерноземной зоны Российской Федерации, необходимо оптимизировать селекционный процесс, подобрать наиболее эффективные критерии для скрининга высокопродуктивных и экологически устойчивых генотипов.

Материал, методы

Степень реализации генетического потенциала продуктивности сорта в конкретных агроклиматических условиях зависит от большого числа нерегулируемых экзогенных факторов. Поэтому селекционный процесс должен носить экологический характер, поскольку каждый этап селекции протекает в определенных средовых условиях и обеспечивает приспособленность отобранных генотипов к этим конкретным условиям [2]. В связи с тем, что сорт, как и любая сбалансированная популяция самоопылителей, есть понятие, прежде всего, эколого-географическое [3], наиболее полную информацию о сорте можно получить на основе экологических испытаний в различных географических пунктах.

Результаты

Результатами изучения влияния условий на эффективность селекции [4, 5, 6] доказана высокая эффективность использования нескольких пунктов Центрального района Нечерноземной зоны РФ для проведения отбора и оценки селекционного материала яровых культур на адаптивность. Направленность селекции на экологическую специализацию предопределило творческое сотрудничество Рязанского и Московского научно-исследовательских институтов в области селекции и семеноводства, что позволило создать сорта с широкими адаптационными возможностями (Суздавец, Владимир, Яромир и др.).

Анализ результатов экологического сортоиспытания выявил явные преимущества новых сортов и линий совместной селекции перед одним из самых распространенных, по данным ФГБУ «Россельхозцентр», на территории Российской Федерации сортом немецкой селекции Ксанаду.

На оценку сортов влияют условия выращивания, распространение болезней и вредителей, полегание и другие факторы. Для Центральных районов Нечерноземной зоны характерна большая пестрота почвенного покрова и варьирование погодных условий по годам. Поэтому высокие и устойчивые урожаи ярового ячменя могут обеспечить лишь сорта с достаточно широкой экологической пластичностью [5]. В таблице 1 приведены данные по урожайности сортов и перспективных линий, имеющих преимущество в условиях Московского НИИСХ «Немчиновка» и Рязанского НИИСХ в течение 5 лет.

Выщелоченный чернозем в Рязанской области обеспечил более высокие и стабильные урожаи этой культуры. На относительно бедных дерново-подзолистых почвах Московского института отмечены более высокие колебания урожаев ярового ячменя по годам. Средние показатели урожайности за этот период в Московской области были на 29,10% меньше, чем в Рязанской области, а коэффициент ее варьирования - на 16,62% выше. Анализируя данные таблицы, можно отметить явное превосходство новых сортов и селекционных линий по урожайности и стабильности, гораздо лучшей приспособленностью к различным почвенно-климатическим условиям Центрального района Нечерноземной зоны, наиболее

устойчивых к полеганию и имеющих наибольшую урожайность в годы с различной степенью увлажнения. Отмечена положительная тенденция повышения пластичности новых сортов и линий ячменя, оцененных по показателю Пусс. Наибольшую селекционную ценность Пусс =123,47-156,31% в двух точках испытания, как и в прошлом году, показала линия 214/2-08h 283(Нур х Якобинец)F₁₁.

Таблица 1. Урожайность лучших сортов и перспективных линий в условиях Центра Нечерноземья, 2011-2015 гг.

Сорт, линия	Московский НИИСХ «Немчиновка»			Рязанский НИИСХ		
	урожай-ность т/га	V,%	П _{усс} по Неттевичу, Моргунову	урожай-ность т/га	V,%	П _{усс} по Неттевичу, Моргунову
Нур	4,93	33,56	92,64	6,65	18,63	46,72
Владимир, ст.	4,95	31,35	100,00	6,52	14,98	55,85
Московский 86	5,06	30,45	107,89	7,16	14,54	69,39
Яромир, ст.	5,19	28,21	122,66	7,73	11,76	100,00
Надежный	5,51	23,64	164,33	7,23	19,63	87,48
Ксанаду	4,09	53,24	40,20	6,17	11,14	67,26
8/5-04 h 34	5,33	24,14	150,58	7,78	11,54	103,23
214/2-08 h 283	5,21	28,13	123,47	7,81	7,68	156,31
10/3-09 h 597	5,57	27,33	145,26	7,57	15,90	70,93
141/1-09 h 746	5,52	34,11	114,30	7,74	13,79	85,50
Среднее	5,14	31,42	116,13	7,25	14,80	79,92

Преимущество селекционных линий 8/5-04 h 34 (Хаджибей х Суздалец)F₁₃ и 214/2-08h 283 (Нур х Якобинец) F₁₁ над стандартными сортами по урожайности и стабильности в течение 5 лет дают право считать их перспективными в условиях Центрального региона.

Таблица 2. Структурный анализ сортов и линий ярового ячменя, 2013 -2015 гг.

Сорт, линия	Надземная биомасса, т/га	Выход зерна, % (кхоз)	Количество		Продуктивная кустистость, шт.	Продуктивность растения, г.	Масса	
			Растений перед уборкой, шт./ м ²	Продуктивных стеблей, шт./ м ²			Зерен с колоса, г	1000 зерен, г.
Раушан	8,4	41,9	343	524	1,5	1,0	0,67	49,0
Эльф	8,4	40,6	291	589	2,0	1,2	0,60	50,6
Ксанаду	5,9	34,7	262	535	2,0	0,8	0,40	36,9
Нур	8,8	42,0	269	592	2,2	1,4	0,65	52,4
Владимир	8,9	42,4	271	563	2,1	1,4	0,68	51,3
Московский 86	9,4	40,4	299	644	2,2	1,3	0,60	47,6
Яромир	8,9	42,5	288	633	2,2	1,3	0,60	46,1
8/5-04 h 34	9,6	44,1	344	789	2,3	1,2	0,53	46,8
Надежный	9,2	45,0	302	751	2,5	1,4	0,55	46,8
214/2-08h 283	8,9	41,1	269	619	2,3	1,3	0,59	49,5
294/2-08h 341	8,9	40,2	278	685	2,5	1,2	0,53	44,7
35/1-09h 662	8,9	44,8	291	708	2,4	1,4	0,56	44,5
73/3-09h 746	9,0	40,7	273	669	2,4	1,3	0,55	46,6
141/1-09h 746	9,3	37,9	270	651	2,4	1,3	0,54	46,4

В результате проведенных исследований установлено, что значительную роль в

формировании высокого урожая в условиях Центрального Нечерноземья играет продуктивная кустистость, продуктивность растения и крупность зерна, которые положительно коррелируют с урожайностью [7, 8, 9, 10]. Однако на взаимосвязь с этими признаками очень сильно влияют условия выращивания. Поэтому они не могут считаться надежными при селекции на пластичность. Адаптационное значение имеет признак «количество продуктивных колосьев на 1 м²», стабильно сохраняющий прямую зависимость с урожайностью [8, 11, 12].

Анализ структуры урожайности номеров конкурсного сортоиспытания в 2013-2015 гг. (таблица 2) выявил наибольшее значение этого признака у сорта Надежный и лучших линий 8/5-04 h 34 (Хаджибей х Суздалец) F₁₃; 35/1-09 h 662 (Баграт-05 х Л-27-13) F₉. При этом последние показали превосходство над стандартом и другими сортами по показателю «выход зерна» (Кхоз). Сопоставляя данные по продуктивности селекционных линий, можно отметить, что преимущество селекционных номеров определялось интегрированием некоторых ее слагаемых, в том числе массы зерна с растения, массы 1000 зерен, продуктивной кустистости, но ведущим элементом был продуктивный стеблестой.

В последующие годы, в связи с изменением технологии выращивания ячменя и климатических условий, значительно возрастает значимость устойчивого к болезням сорта в получении стабильно высоких урожаев. Устойчивость сорта к патогену, в отличие от других определяемых признаков, изменчива во времени и пространстве. Это связано с особенностями и коэффициентом размножения паразитов, высокой их мутабельностью, чему в значительной мере способствует чрезмерное, часто не совсем обоснованное, применение фунгицидов [13, 14].

Таблица 3. Характеристика лучших сортов и линий ярового ячменя по устойчивости к поражению болезнями, среднее, 2013-2015 гг.

Сорта, линии	Устойчивость, балл			Поражаемость, %	
	сетчатая пятнистость	темно-бурая пятн.	мучнистая роса	пыльная головня	полосатая пятнист.
Владимир, ст.	5,7	5,3	7,8	0,001	0,8
Ксанаду, ст.	5,0	2,7	8,0	0	1,6
Раушан	6,3	4,3	8,0	0	0,9
Эльф	5,7	5,0	7,7	0,001	1,1
Нур	5,7	5,3	8,3	0	0,2
Московский 86	5,7	4,7	7,0	0	1,3
Яромир	5,7	6,0	7,7	0	0,6
Надежный	6,7	6,0	8,3	0	0,5
8/5-04 h 34	5,7	6,0	8,0	0,001	0,4
111/1-09h 283	5,0	5,0	8,0	0,001	0
214/2-08h 283	5,7	4,0	8,3	0	0,2
114/2-09h 339	6,3	5,0	8,7	0,002	0,6
10/3-09h 597	7,5	7,0	8,7	0	0
67/2-10h 658	7,0	7,0	8,7	0	0
66/7-09h 723	8,3	7,5	8,3	0	0
76/4-09h 734	7,0	5,3	8,6	0,138	0
73/3-09h 736	8,3	6,7	8,3	0,001	0
35/1-09 h 662	6,3	6,3	8,0	1,333	0
60/2-09h 714	6,7	6,7	7,3	0,051	0,1
141/1-09h 746	5,7	5,0	8,3	0,001	0
7/2-10h 751	8,0	7,3	8,3	0	0
23/1-10h 784	6,7	6,0	8,0	0,036	0,1
160/2-10h 897	7,0	5,0	8,3	0	0,2

Поэтому селекция на устойчивость к болезням имеет непрерывный характер. Для более быстрого достижения успехов большое значение представляют районированные в различных регионах мира сорта, концентрирующие последние достижения не только селекции, но и других смежных наук. П.П. Лукьяненко отмечал, что в селекционном сорте наиболее полно аккумулируются положительные качества, и он, как правило, имеет наименьшее количество отрицательных признаков [15].

Выводы

Использование современного исходного материала позволило резко увеличить результативность трансгрессивной селекции и получить новые линии с комплексной устойчивостью к наиболее распространенным болезням, которая сочетается с высокой продуктивностью и устойчивостью к полеганию: 10/3-09h 597(Яромир x Xanadu)F₉; 67/2-10h 658(Яромир x 9 h 1085)F₉; 66/7-09h 723(Marni x 52/1-00 h 1964)F₉; 73/3-09h 736(52/1-00 h 1964 x ДГС 1431)F₉; 7/2-10h751(Маентак x Зазерский 85)F₈.

Список литературы:

1. Гончаров, С.В. Ринок пивоваренного ячменю Росії та України / С.В. Гончаров // Пропозиція. – 2011. – № 5. – С. 56-60.
2. Кадыров, М.А. Принципы и методы оптимизации селекционного процесса самоопыляющихся культур (на примере *H. sativum* L.): Автореф. дисс. ... д - ра с.-х. наук / М.А. Кадыров. – Жодино, 1991. – 30 с.
3. Синская, Е.Н. Динамика вида / Е.Н. Синская. – М.: ОГИЗ, Сельхозгиз, 1948. – 520 с.
4. Ерошенко, Л.М. Исходный материал для селекции ярового ячменя интенсивного типа в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Л.М. Ерошенко. – Немчиновка, 1990. – 16 с.
5. Моргунов, А.И. Влияние условий отбора и испытания на результативность оценки селекционного материала яровой мягкой пшеницы: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / А.И. Моргунов. – Немчиновка, 1985. – 18 с.
6. Смолин, В.П. Селекция ярового ячменя в Центральном регионе России: Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук / В.П. Смолин. – Немчиновка, 1998. – 49 с.
7. Гриб, С.И. Селекция интенсивных сортов ярового ячменя в Белорусской ССР: Дисс. ... докт. с.-х. наук / С.И. Гриб. – Жодино, 1988. – 30 с.
8. Ерошенко, Л.М. Селекционное совершенствование ярового ячменя на адаптивность в условиях Центрального Нечерноземья / Л.М. Ерошенко, А.Н. Ерошенко, М.М. Ромахин, Н.А. Ерошенко // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2011. – № 5. – С. 15-19.
9. Неттевич, Э. Д. Резерв повышения уровня и стабильности урожайности ярового ячменя / Э.Д. Неттевич // Селекция зерновых культур на стабильность урожайности, иммунитет и качество зерна в Нечерноземной зоне. Сб. научн. тр. НИИСХ ЦРНЗ, М., 1986. – С. 14-25.
10. Смолин, В.П. Экологическая устойчивость урожая сортов ярового ячменя различного морфотипа в условиях Центрального Нечерноземья / В.П. Смолин, В.П. Макаров // Принципы и методы селекции и семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Нечерноземье. – М., 1996. – С. 34-43.
11. Левакова, О.В. Оценка и роль исходного селекционного материала для повышения урожайности и качества зерна ярового ячменя в Центральном Нечерноземье / О.В. Левакова: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Немчиновка, 2003. – 27 с.
12. Ромахин, М.М. Изучение исходного материала ярового ячменя на устойчивость к стрессовым факторам среды: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / М.М. Ромахин. – Немчиновка, Московской обл., 2012. – 21 с.
13. Захаренко, В.А. Экономические аспекты применения пестицидов в системе фитосанитарной стабилизации земледелия России / В.А. Захаренко, А.В. Захаренко // Агрохимия. – 2003. – № 11. – С. 85-96.
14. Кузнецова, Т.Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням КНИИСХ / Т.Е. Кузнецова, Н.В. Серкин. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2006. – 288 с.
15. Лукьяненко, П.П. Селекция и семеноводство озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Избр. Труды. – М.: Колос, 1973. – 448 с.

УДК: 3.33.338.35.053.3

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ РЕЧНОГО ИЛА

Мамась Н.Н., кандидат биологических наук,

Габараев Д.Б., бакалавр

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,

350044, г. Краснодар, Россия

E-mail: natamamas@mail.ru

Показана возможность применения компоста на основе речного ила и опилок деревообрабатывающей промышленности для выращивания сельскохозяйственных культур. В состав компоста могут быть введены любые органические отходы. Урожайность выращиваемых культур возрастает, как и при внесении минеральных удобрений. Использование органических отходов в составе компоста позволяет повысить плодородие почвы.

Ключевые слова: *Речной ил, органические отходы, свекла, редис, кабачки, плодородие почв, урожайность культур.*

The possibility of using compost on the base of river mud and wood dust for growing agricultural crops is shown. Any organic waste may serve as a compost component. The yield of grown crops increases as in case of applying mineral fertilizers. Using organic waste in compost composition allows increasing soil fertility.

Key words: *river mud, organic waste, beetroot, radish, marrow, soil fertility, crop yield.*

Введение

Проблема образования органических отходов является на сегодняшний день одной из наиболее актуальных. По данным ООН ежегодно в мире их накапливается до 250 млрд тонн. В России ежегодно образуется 35-40 млн тонн бытовых и производственных отходов, количество которых к 2015 году составило 4,3 млрд тонн.

Экологические исследования степных рек Краснодарского края учеными кафедры общей биологии и экологии Кубанского ГАУ показали, что на дне малопроточных водоемов формируются метровые иловые массы, которые можно применять в сельскохозяйственном производстве, так как они не уступают навозу КРС по содержанию органического вещества и вполне способны в сочетании с органическими отходами в виде компоста повлиять на свойства почв и урожайность выращиваемых культур.

Материалы и методы

В связи с актуальностью проблемы мы попытались сделать сложный компост из речного ила и отходов деревообрабатывающего производства (опилок) для улучшения плодородия почв и обогащения ее необходимыми элементами. Метод получения компоста заключается в соединении 1,4 кг ила и 600 г древесных опилок. Ил был собран со дна реки Понура в Динском районе. Для использования он был обезвожен естественным образом, затем вносили древесные опилки для аэрации. Полученный компост перемешивали для обогащения кислородом и развития редуцирующих организмов, измельчающих органическое вещество бытовых отходов и речного ила. Этот способ достаточно прост и позволяет за короткий срок получить сложный компост, используемый в сельском хозяйстве в количестве 200, 400 и 600 г/м², что соответствует 2, 4, 6 т/га.

Проводили высева семян редиса (сорт Корунд), кормовой свеклы (сорт Лада) и кабачков – гибрида кустовой формы (сорт Искандер).

Цель работы

Применить сложный компост для выращивания редиса, кабачков и свеклы и сравнить полученный урожай с контролем. Сегодня использование этого органического материала довольно актуально, так как он содержит в среднем 2% азота, 0,5% фосфора и 0,4% калия. Для сравнения – в навозе крупного рогатого скота на соломенной подстилке содержится

0,45% азота, 0,23% фосфора и 0,5% калия. Элементный состав ила в каждом водоеме – свой, но это хорошее органоминеральное удобрение. Количество органического вещества в нем колеблется от 20 до 70%.

Результаты

Посев был сделан в июле 2015 года. Перед посевом семена выдерживали во влажной среде в течение трех дней для ускорения прорастания. Отмечено, что у всех культур при внесении компоста и на контроле всхожесть была 100%.

В опытах с редисом сравнивали массу и диаметр корнеплода. Масса корнеплода составила 7-11 г. При внесении в почву 200 г/м² компоста и в контроле масса корнеплода составляла 7,5-8,1 г.; при внесении 600 г компоста масса корнеплода увеличивалась до 11 г. В эксперименте с использованием минеральных удобрений масса корнеплода составила 10,4-10,7 г. Диаметр корнеплода у редиса – 1,7 см на контроле и 3,9 см и 3,8 см – у образцов, выращенных с использованием компоста 600 г и минеральных удобрений соответственно. Отмечено, что опытный участок с минеральными удобрениями уступает в показателях, несмотря на то, что это удобрение предназначено для улучшения роста растения.

Экспериментально показано, что компост повышает урожайность редиса, и речной ил может быть использован как удобрение в сельском хозяйстве.

В опыте с выращиванием кормовой свеклы (сорт Лада) использовали ил из реки Понура. Посев проводили на опытном участке в трех повторностях. После сбора урожая измеряли диаметр корнеплодов и их массу. В период вегетации проводили ежедневный уход за посевами свеклы. На участке с внесением 600 г/м² компоста диаметр корнеплода составил 15 см, в контрольном варианте – 10 см. При внесении в почву 200 г/м² компоста диаметр корнеплода отличался от контроля на 2 см, а при использовании минеральных удобрений был близок по диаметру к 13-15 см.

Созданный сложный компост применили на опытном участке Динского района для выращивания гибрида кабачков кустовой формы сорта Искандер. Наилучшая урожайность получена при внесении в почву 600 г/м² компоста – 9,3 с м², несколько ниже был урожай при внесении 400 г/м². В контрольном варианте и на участках с внесением 200 г/м² урожайность кабачков составила 6,5 кг на м².

Выводы

Экспериментально показано, что компост, созданный на основе речного ила с добавлением органических производственных отходов, способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению органического статуса почв.

Список литературы:

1. Белюченко, И.С. Оценка состояния речных систем степной зоны края и предложения по улучшению их экологической ситуации / И.С. Белюченко, Н.Н. Мамась // Экол. пробл. Кубани. – 2005. – № 30. – С. 199-207.
2. Рябцева, О.В. Исследования в поймах рек степной зоны Краснодарского края / О.В. Рябцева, Е.В. Солодовник, Н.Н. Мамась // Электронный научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 83(09).
3. Мамась, Н.Н. Экологическое состояние бассейна реки Понура Краснодарского края / Н.Н. Мамась // Материалы лекций всероссийской школы-конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана». – Борок, 2014. – С. 266-268.
4. Мамась, Н.Н. Использование органического компоста с иловыми массами в сельском хозяйстве / Н.Н. Мамась, В.А. Лебедев // Научный журнал Серия: Природа и экология Земли. – 2014. – № 15(19). – С. 38-42.
5. Мамась, Н.Н. Применение речных илов в сельскохозяйственном производстве / Н.Н. Мамась // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов. – Москва, 2014. – Вып 16. – С. 151-155.

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ БИОТЫ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СЛОЖНОМ КОМПОСТЕ

Мельник О.А., кандидат биологических наук;

Никифорова Ю.Ю., кандидат биологических наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования*

«Кубанский государственный аграрный университет»,

350044, г. Краснодар, Россия

E-mail: melnik_olga240781@mail.ru

В работе представлены результаты исследований состава и численности живых организмов в сложном компосте, в состав которого входят отходы органического и минерального происхождения. Отмечено положительное действие процесса компостирования различных отходов на микробиологическую активность, а, следовательно, и свойства самого компоста, используемого в качестве мелиоранта сельскохозяйственных земель.

Ключевые слова: *сложный компост, органические и минеральные отходы, навоз КРС, растительные остатки, фосфогипс, микроорганизмы, органическое вещество.*

The paper presents the results of research of composition and abundance of living organisms in the complex compost, comprising organic waste and mineral origin. The positive effect of composting of different wastes on microbiological activity, and, consequently, the properties of the compost, used as a meliorant of agricultural land.

Key words: *compost, organic and mineral wastes, cattle manure, plant residue, phosphogypsum, microorganisms, organic matter.*

Введение

Образование компоста сопровождается всегда повышением активности микробиологических процессов, которые способствуют образованию новых круговоротов биогенов, активации дыхания компоста и, следовательно, ускорению переработки навоза с 2 лет до 4-5 месяцев [2, 3]. Анализ численности микроорганизмов в чистом навозе КРС и при его компостировании с растительными остатками и фосфогипсом проводили с периодичностью в 10 дней от начала смешивания всех компонентов (табл. 1).

По мере созревания сложного компоста (до трех месяцев) постепенно увеличивалась численность отдельных групп микроорганизмов, особенно у олиготрофных и аммонифицирующих бактерий. К четвертому месяцу формирования сложного компоста число микроорганизмов снизилось, так как поступление свежего органического материала не проводилось, а предыдущие запасы сократились. В чистом навозе к этому времени на фоне заметного снижения запасов органического вещества нарастание численности микроорганизмов по сравнению со сложным компостом было менее интенсивное (табл. 1).

Использование в сложном компосте отходов, характеризующихся различными свойствами, привело к заметным колебаниям видового состава и численности микроорганизмов (прежде всего грибов, бактерий, актиномицетов, а также одноклеточных водорослей) [11]. Кроме того, грибы среди организмов – редуцентов заняли в компосте особое место. Они отличаются самым экономным обменом веществ и использованием максимального количества углерода и азота (из разлагаемых ими соединений) для построения собственного тела; так, свыше 60% расщепленных ими веществ переходит в слоевища грибов.

Живые организмы, населяющие сложный компост, восполняют свои запасы энергии и питательных веществ за счет органического углерода, вследствие чего происходит трансформация органического вещества и усиливается его накопление в почве [12-15, 20].

Таким образом, происходит перевод сложных органических соединений в более простые, способные вторично включаться в химические и физические процессы и при участии микробных метаболитов сохранять устойчивость органических почвенных компонентов. При поступлении сложного компоста в почву коагуляция минеральных и органических коллоидов заметно снижает их вымывание в подземные воды, уменьшает их потери вследствие водной и ветровой эрозии, сдерживает процессы физического разрушения почвы [4, 7-10].

Таблица 1. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в течение разных сроков компостирования

Число дней	Вариант опыта	Микроорганизмы				Микромицеты, 10^3 КОЕ/г
		Аммонифицирующие, 10^6 КОЕ/г	Амилолитические, 10^6 КОЕ/г	Олиготрофные, 10^5 КОЕ/г	Нитрифицирующие	
10	Навоз КРС	30	13	32	10^{-3}	3
	Компост	23	10	19	10^{-2}	4
20	Навоз КРС	33	18	37	10^{-4}	6
	Компост	29	25	28	10^{-3}	7
30	Навоз КРС	38	30	39	10^{-4}	6
	Компост	35	32	39	10^{-4}	8
40	Навоз КРС	42	33	44	10^{-5}	6
	Компост	50	45	52	10^{-6}	8
50	Навоз КРС	55	34	50	10^{-5}	5
	Компост	63	48	53	10^{-6}	6
60	Навоз КРС	62	35	55	10^{-4}	5
	Компост	76	53	73	10^{-6}	6
90	Навоз КРС	73	40	63	10^{-6}	7
	Компост	90	62	91	10^{-8}	9
120	Навоз КРС	76	48	72	10^{-5}	6
	Компост	71	42	58	10^{-4}	5

Немаловажным является и тот факт, что складирование и неограниченное накопление отходов является основной причиной роста заболеваемости населения. Источниками такой опасности, связанной с ростом инфекционных и аллергических заболеваний, служат, прежде всего, патогены фекального происхождения (бактерии, вирусы, цисты и яйца кишечных паразитов), а также грибы и актиномицеты, которые играют большую роль в разложении органических отходов.

При компостировании органических отходов (навоз, осадки сточных вод и др.) с различными минеральными добавками (фосфогипс, фекалит и др.) при действии высоких температур (экзотермические реакции разложения) и изменениях реакции среды вредные микроорганизмы погибнут, в результате чего компостируемый субстрат становится непригодным для обитания патогенных микроорганизмов [16-19, 21]. Таким образом, компостирование различных отходов органического и минерального происхождения способствует их обеззараживанию, а полученный безопасный компост пригоден для дальнейшего его использования без риска для здоровья населения.

Минеральная составляющая компоста, а именно фосфогипс, ингибирует численность патогенов, в результате чего соблюдаются санитарно-эпидемиологические нормы и происходит обеззараживание навоза КРС. Такие свойства фосфогипса, как кислая реакция среды, присутствие в его составе ряда кислот, коллоидные свойства, – привели к мацерации верхних оболочек яиц паразитирующих организмов и за довольно небольшой срок – к их гибели (табл. 2).

При закладке опыта в навозе были обнаружены следующие виды паразитов: *Ascaris suum*, *Oesophogostomum dentatum*, *Strongyloides ransomi*, *Trihouphalus suis*, относящиеся к

классу *Nematoda*. На период проведения опыта содержание яиц указанных паразитов по вариантам колебалось в пределах ошибки опыта. Через месяц в опыте отмечено снижение количества жизнеспособных яиц всех паразитов. Наиболее устойчивыми оказались *Ascaris suum* и *Oesophogostomum dentatum*. Содержание яиц паразитов через два месяца компостирования навоза в обоих вариантах резко сократилось, а к четвертому месяцу на контрольном варианте число яиц *Ascaris suum* составило 0,7, а в опытном варианте – всего 0,05 шт./кг массы субстрата. Через 5 месяцев компостирования живых организмов *Ascaris suum* в варианте с компостом не сохранилось совсем.

Таблица 2. Санитарно-эпидемиологическая характеристика субстрата

Вариант опыта	Результаты	
	Видовой состав	Количество яиц, шт./кг
в момент закладки опыта		
Контроль	<i>Ascaris suum</i>	123,2
	<i>Trihouphalus suis</i>	2,1
	<i>Strongyloides ransomi</i>	19,3
	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	498,3
Компост	<i>Ascaris suum</i>	87,4
	<i>Trihouphalus suis</i>	1,3
	<i>Strongyloides ransomi</i>	20,3
	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	500,1
4-й месяц компостирования		
Контроль	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	0,7
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о
	<i>Trihouphalus suis</i>	н/о
Компост	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	0,05
	<i>Trihouphalus suis</i>	н/о
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о
5-й месяц компостирования		
Контроль	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	0,4
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о
	<i>Trihouphalus suis</i>	н/о
Компост	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	н/о
	<i>Trihouphalus suis</i>	н/о
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о

Примечание: н/о – гельминты не обнаружены.

Включение в состав сложного компоста отходов растениеводства и свежей зеленой массы способствует активизации деятельности микроорганизмов при разложении органического вещества и доведению его до равновесного состояния. В свою очередь растительные остатки, опилки и лузга подсолнечника улучшают физические показатели сложного компоста (структуру, плотность, пористость), что благоприятно влияет на качестве компостируемого субстрата [5, 6]. В течение первых трех месяцев более интенсивно разлагаются растительные остатки и зеленая масса, и уже в конце процесса компостирования все растительные компоненты полностью проходят процесс минерализации, за исключением древесных опилок и лузги подсолнечника, из-за более плотной структуры, поэтому их используют в измельченном виде (рисунок 1). В результате

минерализации структура компоста приобретает высокую пористость, сыпучесть, мелкозернистость и устойчивую влажность (15-20%).



Рисунок 1. Этапы формирования компостируемого субстрата

Совмещение в сложном компосте промышленных (фосфогипс, дефекат) и сельскохозяйственных (навоз крупного рогатого скота, растительные остатки) отходов, имеющих своеобразный химический состав и ряд других индивидуальных свойств, способствует понижению щелочности получаемого субстрата, усилению деятельности всех микробиологических процессов. При компостировании замедляется нитрификация и аммонификация, происходит регуляция трансформации азота, уменьшаются его потери в газообразном состоянии за счет его консервации в образуемых агрегатах [1, 7, 15]. Кроме того, на развитие активных сообществ полезных микроорганизмов и структуру сложного компоста оказывает благоприятное влияние высокое содержание в нем серы и кальция. Фосфогипс в составе компоста влияет на повышение реакционной способности среды субстрата, что положительно сказывается на его санитарно-эпидемиологических показателях. При таком сочетании отходов компост созревает уже через 4-5 месяцев, имеет ряд положительных свойств, отвечает по безопасности всем санитарным требованиям и может применяться для мелиорации почв. Внесение в почву сложного компоста способствует улучшению физических почвенных характеристик, пополнению запасов органического вещества, минеральных элементов (кальция, серы), микроэлементов, а также, оказывает благоприятное воздействие на рост и развитие микробных и фаунистических сообществ, биологический потенциал возделываемых культур.

Выводы

Исследования, проведенные на кафедре общей биологии и экологии Кубанского ГАУ, обусловили возможность разработки нескольких вариантов сложных компостов на основе минеральных и органических отходов.

Список литературы:

1. Алифиров, М.Д. Влияние посевов и органических удобрений на трансформацию азота в черноземе выщелоченном / М.Д. Алифиров, И.С. Белюченко, Г.В. Волошина и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета . - 2007. - № 9 . - С. 79-85.>
2. Алифиров, М. Д. Динамика почвенной фауны в агроландшафте степной зоны края / М.Д. Алифиров, И.С. Белюченко, В.В. Гукалов и др. // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2008. - Т. 4. - № 3 . - С. 83-95.
3. Алифиров, М.Д. К вопросу о технологии переработки свиного навоза в перегной и его обогащении микроэлементами / М.Д. Алифиров, И.С. Белюченко, Т.В. Бозина и др. // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2007. - Т. 3. - № 3 . - С. 99-104.
4. Белюченко, И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства / И.С. Белюченко // Экол. вестник Сев. Кавказа. - 2013. - Т. 9. - № 1. - С. 13-39.
5. Белюченко, И.С. Изменение агрегатного состава чернозема обыкновенного при внесении органоминерального компоста / И.С. Белюченко, Д.А. Славгородская // Доклады

- Российской академии сельскохозяйственных наук . - 2013. - № 4 . - С. 23-25.
6. Белюченко, И.С. Изменение плотности и аэрации пахотного слоя чернозема обыкновенного под влиянием сложного компоста / И.С. Белюченко, Д. А. Славгородская // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук . - 2013. - № 2 . - С. 40-42.
 7. Белюченко, И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов / И. С. Белюченко // Экологический Вестник Северного Кавказа. - 2012. - Т. 8. - № 3. - С. 88-111.
 8. Белюченко, И.С. Коллоидные системы отходов разных производств и их роль в формировании сложного компоста / И.С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета . - 2013. - № 93 . - С. 787-811.
 9. Белюченко, И.С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография / И.С. Белюченко. - Краснодар: КубГАУ, 2015. - 418 с.
 10. Белюченко, И. С. Применение органических и минеральных отходов для подготовки сложных компостов с целью повышения плодородия почв / И. С. Белюченко // Труды КубГАУ. - 2012. - Т. 1. № 34. - С. 62-67.
 11. Белюченко, И.С. Сельскохозяйственная экология : учебное пособие / И.С. Белюченко, О. А. Мельник. - Краснодар, 2010. - 297 с.
 12. Мельник, О.А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О.А. Мельник, Д.А. Славгородская // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2010. - Т. 6. - № 4 . - С. 30-33.
 13. Мельник, О.А. Влияние отходов сельскохозяйственного и промышленного производства на содержание в почве органического вещества / О.А. Мельник // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2010. - Т. 6. - № 1 . - С. 40-44.
 14. Мельник, О.А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О.А. Мельник, Ю.Ю. Петух, Д.А. Славгородская // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2011. - Т. 7. - № 3 . - С. 41-46.
 15. Мельник, О.А. Содержание органического вещества и некоторые аспекты его трансформации в почвах агроландшафта (на примере ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края) : диссертация... канд. биол. наук : 03.00.16. / О.А. Мельник. - Краснодар, 2007. - 128 с.
 16. Никифорова, Ю.Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста / Ю.Ю. Никифорова // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2013. - Т. 9. - № 2 . - С. 30-39.
 17. Петух, Ю.Ю. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенной мезофауны в посевах кукурузы / Ю.Ю. Петух // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2011. - Т. 7. - № 4 . - С. 34-37.
 18. Петух, Ю.Ю. Влияние фосфогипса на динамику почвенной мезофауны в полях севооборота / Ю.Ю. Петух // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2009. - Т. 5. - № 3 . - С. 61-66.
 19. Петух, Ю.Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте / Ю.Ю. Петух // В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства . Краснодар, 2009. - С. 194-198.
 20. Петух, Ю.Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы / Ю.Ю. Петух // Вестник Оренбургского государственного университета . - 2011. - № 12 (131) . - С. 417-418.
 21. Петух, Ю.Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста / Ю.Ю. Петух // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2012. - Т. 8. - № 2 . - С. 21-26.

УДК: 58.02:631.5:631.53.043:631.53.048:631.559:631.8:633.18

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ РИСА НА РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И НОРМАХ ВЫСЕВА

Молоков Л.Г., кандидат биологических наук,
Ладатко М.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Зеленева И.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: maxilad@mail.ru

В мелкоделяночном полевом опыте изучена реакция сортов риса на уровень минерального питания и норму высева. Изучены оптимальные значения факторов, обеспечивающих наибольшую урожайность сортов. Определены потенциальные сорта для интенсивной и энергосберегающей технологий.

Ключевые слова: рис, сорт, норма высева, азот, минеральное питание, урожайность.

In the small plot field experiment reaction of seven rice varieties of ARRI breeding on level of mineral nutrition and seeding rate was studied. As a result of research optimal values of factors providing the highest yield of varieties were determined. Potential varieties for intensive and energy-saving technologies were determined.

Key words: rice, variety, seeding rate, nitrogen, mineral nutrition, yield.

Введение

В последние годы совместные усилия специалистов сельхозпредприятий, научных учреждений, федеральных, краевых и районных властей обеспечили динамичный рост рисоводства, являющегося важной отраслью сельскохозяйственного растениеводства. Обусловлено это достаточно быстрой заменой возделывавшихся в крае сортов на новые, белее перспективные. Немаловажное значение при этом имеет достаточно высокий уровень обеспечения хозяйств материально-техническими средствами и успешное решение кадрового обеспечения [1].

Однако биологический потенциал внедряемых в производство сортов риса значительно выше, чем реально получают в хозяйствах. В силу этого обстоятельства возникла необходимость определения агроландшафтных зон рисоводства, в которых новые сорта риса способны максимально проявить генетические возможности формировать высокую урожайность при минимальных материальных и трудовых затратах. Иными словами говоря, каждой агроэкологической обстановке и конкретным полям следует подобрать сорта, способные обеспечить максимальную продуктивность.

Цель работы – оценить сорта на разных фонах минерального питания и нормах высева.

Материалы и методы

Для решения поставленных задач на ОПУ ФГБНУ «ВНИИ риса» в 2014 году был заложен полевой опыт, в котором изучали семь сортов риса (Флагман, Фаворит, Полевик, Исток, Ласточка, Партнер, Наташа.) на четырех фонах минерального питания ($N_{46}P_{50}$, $N_{92}P_{50}$, $N_{138}P_{50}$, $N_{161}P_{50}$ кг д.в./га) и при трех нормах высева (5, 7, 9 млн. всхожих зерен/га).

Опыты закладывались по следующей схеме:

Доза азота, кг по д.в./га											
46			90			138			161		
Норма высева, млн. всх. семян											
5	7	9	5	7	9	5	7	9	5	7	9
Вариант											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Результаты

Экспериментально показано, что сорта неодинаково реагируют на изменяющиеся условия их возделывания (табл. 1). Урожайность по вариантам опыта варьировала от 4,47 до 8,57 т/га. Наиболее продуктивным сортом оказался Флагман, а наименее – Наташа.

Таблица 1. Урожайность сортов риса, т/га

Вариант	Сорт риса							
	Исток	Ласточка	Наташа	Партнер	Полевик	Фаворит	Флагман	Среднее
1	5,40	5,68	4,47	5,95	6,33	5,93	6,87	5,81
2	6,15	5,82	5,12	6,40	5,96	6,28	6,65	6,05
3	6,05	6,22	4,57	7,09	5,95	6,58	6,78	6,18
4	6,18	6,00	4,91	6,26	6,75	6,32	6,92	6,19
5	6,16	6,41	5,66	6,70	6,55	6,77	6,75	6,43
6	6,71	6,57	5,12	7,35	6,55	6,85	6,81	6,57
7	5,99	5,93	5,37	6,98	6,43	5,88	7,17	6,25
8	6,59	6,55	5,93	6,94	6,56	6,59	8,23	6,77
9	6,92	6,65	5,42	8,57	6,42	7,12	7,89	7,00
10	5,82	5,79	5,38	6,24	6,37	5,79	6,78	6,02
11	6,31	6,45	5,79	6,89	6,23	6,54	6,82	6,43
12	6,72	6,53	5,44	7,57	6,24	6,93	7,35	6,68
Среднее	6,25	6,22	5,27	6,91	6,36	6,47	7,09	6,37
НСР ₀₅	0,38	0,39	0,35	0,63	0,348	0,48	0,42	0,43

Для выявления влияния норм высева на урожайность сортов риса нами были усреднены данные по дозам азота (табл. 2). Как видно из результатов в таблице, наименьшая урожайность получена при разреженном посеве с нормой высева 5 млн всх. семян на 1 га. Дальнейшее увеличение нормы высева на 40% (7 млн шт./га) и 80% (9 млн. семян/га) способствовало повышению урожайности сортов риса на 6 и 9% соответственно. Самая высокая урожайность в зависимости от нормы высева семян была получена у сорта Флагман (7,09 т/га). Урожайность сортов Исток, Ласточка, Партнер, Фаворит и Флагман с увеличением нормы высева повышалась; у сорта Полевик – незначительно понижалась, а для сорта Наташа наилучшей была норма высева 7 млн всх. семян/га.

Таблица 2. Урожайность сортов риса в зависимости от норм высева семян, т/га

Сорт	Норма высева, млн всх. семян/га			Среднее	НСР ₀₅
	5	7	9		
Исток	5,85	6,31	6,60	6,25	0,19
Ласточка	5,85	6,30	6,49	6,21	0,19
Наташа	5,03	5,62	5,14	5,26	0,17
Партнер	6,36	6,73	7,65	6,91	0,32
Полевик	6,40	6,32	6,31	6,34	0,17
Фаворит	5,98	6,54	6,87	6,46	0,24
Флагман	6,94	7,11	7,21	7,09	0,21
Среднее	6,06	6,42	6,61	6,36	0,21

В таблице 3 представлены данные по урожайности новых сортов риса в зависимости от доз азотных подкормок (средняя для трех норм высева семян). Видно, что самая высокая урожайность как для всех сортов (6,68 т/га), так и у наиболее урожайного сорта Флагман (7,77 т/га) была получена в вариантах с внесением азота 138 кг/га. При трехкратном увеличении дозы азота (с 46 до 138 кг/га) средняя урожайность изучаемых сортов повысилась на 11%.

Таблица 3. Урожайность сортов риса в зависимости от доз азотных удобрений, т/га

Сорт	Доза азота, кг д.в./га				Среднее	НСР ₀₅
	46	92	138	161		
Исток	5,87	6,35	6,50	6,28	6,25	0,22
Ласточка	5,91	6,33	6,38	6,26	6,22	0,23
Наташа	4,72	5,23	5,60	5,53	5,27	0,20
Партнер	6,48	6,77	7,50	6,90	6,91	0,20
Полевик	6,08	6,64	6,47	6,28	6,36	0,20
Фаворит	6,26	6,65	6,53	6,42	6,47	0,28
Флагман	6,77	6,82	7,77	6,98	7,09	0,24
Среднее	6,01	6,40	6,68	6,38	6,37	0,21

Заслуживает внимания тот факт, что сорта Полевик и Фаворит можно отнести к наименее требовательными к азотному питания, поскольку при повышении дозы от N₉₂ до N₁₃₈ и N₁₆₁ урожайность их либо не изменяется, либо даже начинает снижаться. У сортов Исток, Ласточка, Наташа, Партнер и Флагман урожайность повышалась с увеличением дозы азота до 138 кг д.в./га. Доза азота 161 кг д.в./га была избыточной для всех изучаемых сортов.

Представляет несомненный интерес, какие биометрические характеристики оказывают наибольшее влияние на формирование урожайности изучаемых сортов риса, и как на эти показатели влияют нормы высева семян и дозы азотных подкормок. Экспериментально установлено, что масса 1000 зерновок в первую очередь зависит от сортовых особенностей риса и в меньшей степени – от обеспеченности растений минеральным азотом и норм высева семян.

Такие важные биометрические показатели, как густота всходов и количество продуктивных стеблей на единице посевной площади, возрастали при увеличении нормы высева от 5 до 9 млн всх. семян/га, соответственно, на 69 и 20% у сорта Исток, на 62 и 28% – у сорта Ласточка, на 36 и 27% – у сорта Наташа, на 45 и 16 % – у сорта Партнер, на 84 и 0% – у сорта Полевик, на 130 и – 23% – у сорта Фаворит и на 60 и 31% – у сорта Флагман. Эти параметры мало или совсем не зависели от доз азотных подкормок. Следует заметить, что густота всходов у всех сортов была достаточно высокой (270-330 шт./м²), а количество продуктивных стеблей к уборке уменьшилось по сравнению с густотой всходов у всех сортов, кроме сорта Полевик. Это обусловлено тем, что гибель всходов по интенсивности превосходила формирование боковых побегов.

Пустозерность зависит от множества факторов, но в данном опыте основное влияние на этот показатель оказали биологические особенности сорта. Самый низкий процент пустозерности был у сортов Флагман (8,1%) и Исток (8,7%). Далее по этому показателю сорта распределились в следующем порядке: Фаворит (11,9%), Полевик (12,8%), Партнер (14,9%), Ласточка (16,4%), Наташа (18,4%).

Определение количества выполненных колосков на усредненной для сорта метелке показало, что самая низкая озерненность была у сорта Полевик (90 шт.). Если ее принять за 100%, то в порядке нарастания фертильности сорта можно распределить в следующем порядке: Ласточка (102%), Фаворит (106%), Наташа (117%), Флагман (118%), Исток (121%), Партнер (128%).

Сравнение этих данных с результатами опыта убеждают нас в том, что нет единого показателя, на основании которого можно было бы судить об урожайности сорта, возделываемого в различных условиях. Урожайность является интегральной характеристикой сорта, следовательно, для каждого сорта нужно подбирать элементы технологии только опытным путем и рекомендовать к внедрению только те, которые показывают наивысшую, экономически обоснованную урожайность в конкретных условиях выращивания [2].

Выводы

1. Урожайность риса является интегральным показателем, зависящим от биологических особенностей сорта формировать весь комплекс биометрических параметров в зависимости от условий выращивания.
2. Наибольшую урожайность в опыте проявили сорта Флагман, Партнер и Фаворит, которые следует выращивать при норме высева 7-9 млн всхожих семян/га и дозе азотной подкормки – 138 кг д.в./га. Для возделывания по энергосберегающей технологии можно рекомендовать сорт Полевик при норме высева 5 млн всхожих семян/га и дозе азота – 92 кг д.в./га.

Список литературы:

1. Коврякова, Е.А. Приоритетные направления повышения эффективности производства риса: Автореф. дис... канд. экон. наук / Е.А. Коврякова. – Краснодар, 2015. – 24 с.
2. Ладатко, М.А. Отзывчивость новых сортов риса на дозы азота в разных агроландшафтных районах зоны рисосеяния Краснодарского края. Современная биология: актуальные вопросы. Материалы XVI Междунар. науч.-практич. конф. / М.А. Ладатко, Л.Г. Молоков, И.А. Зеленева. – Санкт-Петербург: Научный фонд «Биолог», 2016. – № 1(15). – С. 4-7. –

УДК: 582.282 : 57.083.12 : 575.174

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОАСКОСПОРОВЫХ ИЗОЛЯТОВ В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ *VENTURIA INAEQUALIS*

Насонов А.И., кандидат биологических наук,

Супрун И.И., кандидат биологических наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»,
350901, г. Краснодар, Россия
E-mail: nasoan@mail.ru

Серьезным заболеванием самой распространенной плодовой культуры мира – яблони – является парша, вызываемая аскомицетом *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. В работе приведено обоснование использования аскоспоровой стадии в популяционных исследованиях *V. inaequalis* наряду с конидиальной для изучения внутривидовой дифференциации.

Ключевые слова: парша яблони, аскоспоровая стадия, конидиальная стадия, популяционные исследования, методика.

The paper provides a rationale for the possibility of applying for the study of intraspecific differentiation of *V. inaequalis* ascosporic stage.

Key words: apple scab, ascosporic stage, conidial stage, population studies, methods.

Введение

Парша яблони, вызываемая аскомицетом *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, является серьезнейшим заболеванием одной из самых распространенных плодовых культур. Потери урожая в результате эпифитотий могут составлять на высоковосприимчивых сортах до 80% [1].

Понимание сути микроэволюционных процессов, протекающих в популяциях грибных патогенов, является одной из основных задач современной фитопатологии. Естественная генетическая изменчивость в популяциях фитопатогенных грибов приводит к возникновению новых вирулентных клонов, а соответственно, – к преодолению устойчивости растения-хозяина, в том числе его культурных форм. Отслеживание таких событий в популяции паразита с помощью методов популяционной генетики позволяет прогнозировать как фитопатологическую ситуацию в целом, так и устойчивость конкретных сортов.

Для изучения внутривидовой структуры *V. inaequalis*, в связи с микроскопическими размерами патогена и сложностью состава его природных популяций, необходимо получение моноспоровых изолятов, представляющих собой чистую культуру гриба, выделенную из единичной споры. Изолят может быть получен из любой из двух типов спор, характерных для паразита: аскоспоры (половой) или конидии (бесполой). Аскоспоры образуются в процессе половой или сумчатой стадии, развивающейся на опавших листьях, когда гриб ведет сапрофитный образ жизни. Этот этап начинается в конце осени и заканчивается образованием и разлетом сумкоспор в весенний период. Конидии образуются в течение многократно повторяющейся бесполой стадии, представляющей собой типичную паразитную фазу, протекающую на живых листьях яблони с конца весны и до середины осени [2]. Оба типа спор существенно различаются по размеру, количеству клеток и форме: так, аскоспоры меньшего размера, 11-17 x 4-8 мкм, всегда двухклеточные, с верхней ширококонусовидной клеткой и нижней цилиндрической, конидии же крупнее – 16-24 x 7-10 мкм, чаще одноклеточные, грушевидной, яйцевидной или обратнотулабовидной формы [1].

При значительных различиях, как в размере и форме спор, так и в экологических нишах, которые занимают разные жизненные стадии паразита, некоторые авторы отмечают, что культуральные признаки гриба, полученного из разных типов пропагул, практически не отличаются [3]. И хотя классические работы по изучению генетики патогена были сделаны на моноаскоспоровых культурах гриба [4, 5], в популяционных исследованиях *V. inaequalis* для получения моноспоровых изолятов используется только конидиальная стадия. Между тем для точной оценки меж- и внутривидовой структуры фитопатогенных грибов важно проводить отбор в момент максимального или близкого к нему уровня разнообразия, которым характеризуется аскоспоровая стадия. Поэтому отбор образцов при оценке пространственной структуры популяций с помощью моноконидиальных изолятов производят на первых пятнах конидиального поражения, появившихся сразу после разлета аскоспор.

Целью нашего исследования являлся анализ данной ситуации и обоснование возможности использования аскоспоровой стадии для популяционных исследований *V. inaequalis* на основе сравнения особенностей отбора первичного материала, методов выделения и оценки культурально-морфологических признаков моноаскоспоровых и моноконидиальных изолятов, полученных из различных садовых насаждений Краснодарского края и Адыгеи.

Материалы и методы

Для получения моноаскоспоровых изолятов с середины марта по середину мая 2015 года в ОПХ «Центральное» в приствольной подстилке различных сортов яблони отбирали листья прошлогоднего опада со зрелыми псевдотециями. Опад до использования хранили в бытовом холодильнике при температуре +4 °С. Для получения конидиальных чистых культур свежие живые листья с поражениями парши отбирали в ЗАО «Виктория 92» в середине мая и сентябре 2015 года. Поражения вырезали из листовой пластинки, высушивали и хранили до использования в морозильной камере при температуре -20 °С. Рандомизацию образцов обеспечивали схемой отбора, при которой с одного дерева отбирали только один живой лист с дискретными поражениями или один лист опада со зрелыми псевдотециями.

Моноаскоспоровые изоляты получали, как описано в работе Насонова А. И. и др. [6], моноконидиальные – согласно рекомендациям, Zhang L. [7]. Чистую культуру патогена выращивали в чашках Петри на картофельно-глюкозном агаре, следующего состава: 100 г картофеля (отвар), 20 г глюкозы, 15-20 г агар-агара на 1 л воды [8]. Подготовку посуды, соблюдение стерильных условий, разливку среды осуществляли согласно общепринятых микробиологическим методикам [9]. Полученные изоляты пересеивали на среду того же состава на скошенной агар и после появления колонии хранили при температуре +4 °С в бытовом холодильнике в течение двух месяцев, после чего культуру вновь пассировали.

Оценку культурально-морфологических характеристик осуществляли через 30 суток инкубирования при +20 °С в условиях термостата.

Результаты

В процессе маршрутного обследования садов было отобрано 9 образцов листового опада с псевдотециями и 40 образцов свежих листьев с конидиальными поражениями, из которых 20 были отобраны в мае, и 20 – в сентябре. Однако, как видно из таблицы 1, из разных образцов изоляты выделялись с разной эффективностью.

Так, наибольшее количество изолятов было выделено из листового опада с псевдотециями, причем процент выхода моноспоровых изолятов от количества образцов был выше 100%, что объясняется особенностями жизненного цикла *V. inaequalis*, – на аскоспоровой стадии происходит половой процесс, приводящий к рекомбинации признаков и появлению новых генотипов. Таким образом, на одном образце можно было получить более одного различающегося изолята. По эффективности выхода, которая близка к 100%, далее идут изоляты, полученные из образцов, собранных в сентябре. На последнем месте – изоляты, выделенные из образцов, собранных в мае. У них показатель очень низкий. По способности спор к прорастанию также были получены сходные результаты. Споры из листового опада и из свежих листьев, собранных в сентябре, характеризовались высокими показателями, по сравнению с таковыми из свежих листьев, собранных в мае; при этом у аскоспоровых изолятов была отмечена наименьшая контаминация чистой культуры другими грибами.

Таблица 1. Эффективность получения моноспоровых изолятов из различных образцов

Образец	Кол-во образцов	Кол-во изолятов	% выхода изолятов	% проросших спор	% контаминации изолятов
Листовой опад	9	27	270	100	10
Свежие листья ^а	20	2	10	10	-
Свежие листья ^б	20	18	90	90	25

Примечание: ^а – образец отобран в мае, ^б – образец отобран в сентябре

Морфолого-культуральные характеристики выделенных моноаскоспоровых и моноконидиальных изолятов были сходными между собой, что согласуется со сведениями, сообщаемыми Федоровой Р.Н. [3], и позволяет использовать данные, полученные с применением разных пропагул, в сравнительных исследованиях.

Анализ результатов дает возможность предположить, что низкий выход изолятов, связанный со слабой способностью спор к прорастанию, в конидиальных образцах, собранных в мае, связан с воздействием на них природных или агротехнических факторов. Влияние последних более вероятно, так как отбор образцов осуществлялся в промышленных садах, в которых обязательно проводится фунгицидная обработка. Более высокий выход изолятов в образцах, собранных осенью, связан, по-видимому, с тем, что в этот период искореняющие обработки уже не производятся, в силу экономии и снижения их актуальности после сбора плодов. Высокая способность аскоспор к прорастанию указывает на то, что защитные мероприятия на листовом опаде также не проводились.

Сопоставление полученных результатов с некоторыми общеметодическими моментами позволяет сравнить эффективность использования аскоспоровой или конидиальной стадии для популяционных исследований парши яблони. Так, из таблицы 2 видно, что отбор моноаскоспоровых образцов характеризуется высокой дискретностью во времени, обусловленной тем, что в жизненном цикле патогена половая стадия представлена только одним этапом, на котором фиксируется уровень генетического разнообразия.

Конидиальная стадия же полициклична, и в течение вегетационного периода генетическое разнообразие паразита изменяется в сторону его уменьшения, так как происходит отбор более агрессивных или приспособленных к паразитированию генотипов

[7]. Поэтому при исследовании популяции *Venturia inaequalis* рекомендуют отбирать конидиальные поражения в короткий период времени и желательно первые пятна, образовавшиеся после заражения аскоспорами [10, 11]. Однако в связи с тем, что инкубационный период гриба определяется как условиями среды (температура, освещенность), так и генотипом растения-хозяина, его возрастом [1], точно фиксировать завершение одного конидиального цикла и начало другого достаточно трудоемко. У конидиального образца отмечена высокая дискретность отбора в пространстве. Можно точно определить происхождение образца, который отбирается в виде свежего листа с конкретного дерева, тогда как листовой опад находится в подстилке и подвержен влиянию ветровой эрозии. Лист осеннего опада может быть отнесен от дерева-образца в междурядье или под другое дерево/ряд, что делает невозможным его локализацию.

Таблица 2. Сравнение методических особенностей, получения моноаскоспоровых (1) и моноконидиальных (2) изолятов, важных при популяционных исследованиях *Venturia inaequalis*

Изолят	Время отбора	Дискретность отбора образца		Эффективность отбора в обрабатываемом фунгицидами саду	Генетическое разнообразие	Методика выделения изолятов	Контаминация изолятов
		во времени	в пространстве				
1	март-май	высокая	низкая	высокая	максимальное	относительно простая	ниже
2	май-сентябрь	низкая	высокая	низкая	близкое к максимальному	простая	выше

Также аскоспоровый образец показал более высокую эффективность отбора в обрабатываемых фунгицидами садах, по-видимому, обусловленную тем, что искореняющие обработки в промышленных насаждениях производят преимущественно против конидиальной стадии. Воздействие фунгицидов приводит к гибели или к уменьшению жизнеспособности спор, а соответственно, сказывается на их способности к прорастанию и росту на искусственной среде. Кроме прочего, для моноаскоспоровых изолятов была характерна низкая загрязненность сопутствующей микрофлорой листа. Данный момент объясним особенностью методики выделения таких изолятов [6] с использованием ловушки аскоспор, в которой отсутствует контакт улавливающей споры поверхности (предметного стекла) с листовой пластинкой, и занос сателлитной микрофлоры минимизирован. В противоположность этой методике выделение конидиальной культуры предполагает смыв конидий с пораженного листа, в процессе которого происходит обсеменение другими микроскопическими грибами [12]. И хотя, на этапе отбора единичной проросшей споры из первичного посева и переноса ее на питательный агар, можно уменьшить загрязнение путем поиска более чистого участка агара, это не всегда дает результат.

Выводы

Показана возможность использования аскоспоровой стадии в популяционных исследованиях *V. inaequalis* наряду с конидиальной. По некоторым методическим аспектам, таким как максимальное генетическое разнообразие, высокая дискретность отбора во времени, относительная простота и эффективность методики выделения изолятов, а также возможность отбора и получения чистой культуры в садах, обрабатываемых фунгицидами, применение моноаскоспоровых изолятов в изучении популяционной структуры патогена имеет преимущество по сравнению с моноконидиальными. В некоторых случаях, например, при интенсивных обработках садов фунгицидами, вызывающими гибель конидий, применение аскоспор для получения изолятов может быть единственным вариантом проведения исследований. Таким образом, можно рекомендовать применение аскоспоровой стадии при изучении меж- и внутривидовой популяционной структуры *V. inaequalis* в промышленных садах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 15-29-02751-офи-м).

Список литературы:

1. Якуба, Г.В. Экологизированная защита яблони от парши в условиях климатических изменений: Монография / Г.В. Якуба. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 213 с.
2. Насонов, А.И. Парша яблони: особенности возбудителя и патогенеза / А.И. Насонов, И.И. Супрун // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – Вып. 5. – С. 275-285.
3. Федорова, Р.Н. Парша яблони / Р.Н. Федорова. – Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1977. – 64 с.
4. Keitt, G.W. *Venturia Inaequalis* (Cke.) Wint. I. A groundwork for genetic studies / G.W. Keitt, M. H. Langford // American Journal of Botany. – 1941. – Vol. 28. – №. 9. – P. 805-820.
5. Shay, J. R. The inheritance of certain mutant characters in *Venturia inaequalis* / J. R. Shay, G. W. Keitt // Journal of Agricultural Research. – 1945. – Vol. 70. – №. 2. – P. 31-41.
6. Насонов, А.И. Получение аскоспоровой культуры гриба *Venturia inaequalis* в лабораторных условиях / А.И. Насонов, Г.В. Якуба, И.И. Супрун // Микология и фитопатология. – 2016. – Т. 50. – № 2. – С. 131-132.
7. Zhang, Lili. Genetic diversity and temporal dynamics of *Venturia inaequalis* populations following two apple scab epidemics in Pennsylvania / Lili Zhang / Diss. The Pennsylvania State University, 2010.
8. Жданов, В.В. Селекция яблони на устойчивость к парше / В.В. Жданов, Е.Н. Седов. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1991. – 208 с.
9. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Колос, 1979. – 216 с.
10. Xu, X. Population variation of apple scab (*Venturia inaequalis*) within mixed orchards in the UK / X. Xu, N. Harvey, A. Roberts, D. Barbara // European journal of plant pathology. – 2013. – Vol. 135. – №. 1. – P. 97 - 104.
11. Tenzer, I. Subdivision and genetic structure of four populations of *Venturia inaequalis* in Switzerland / I. Tenzer, C. Gessler // European Journal of Plant Pathology. – 1997. – Vol. 103. – №. 6. – P. 565 - 571.
12. Khajuria, Y.P. Molecular characterization of *Venturia inaequalis* causing apple scab in Kashmir / Y.P. Khajuria, S. Kaul, M.K. Dhar // Open Access Scientific Reports. – 2012. - 1:339. doi:10.4172/scientifcreports.339.

УДК 633.11:631.631.531.1 (470.61)

СОРТОВОЙ СОСТАВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Некрасов Е.И., Скворцова Ю.Г., Черткова Н.Г.,

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт

зерновых культур им. И.Г. Калининко»,

347740, г. Зерноград, Ростовская область, Россия

E-mail: vniizk30@mail

В статье приводятся такие важные показатели, как динамика посевных площадей и урожайность озимой пшеницы в Ростовской области за период с 2012 по 2015 годы. Рассматривается сортовой состав озимой пшеницы в регионе. По среднегодовым объемам высеянных семян озимой пшеницы отмечено, что основными селекционными учреждениями – оригинаторами, производящими семена сортов озимой пшеницы для Ростовской области, – являются научные учреждения: ВНИИЗК, КНИИСХ и ДЗНИИСХ. Сделан акцент на том, что наиболее распространенными в регионе являются сорта озимой пшеницы селекции ВНИИЗК (Станичная, Ермак, Аскет, Танаис), селекции КНИИСХ (Гром, Таня, Юка и Калым) и селекции ДЗНИИСХ (Губернатор Дона, Донская лира, Северодонецкая юбилейная, Донэко).

Ключевые слова: озимая пшеница, посевные площади, урожайность, сортовой состав, Ростовская область.

The article has presented such essential characteristics as dynamics of the cultivated areas and productivity of winter wheat in the Rostov region during the years of 2012-2015. The varietal composition of winter wheat in the region has been analyzed. The study of annual amount of sown seeds of winter wheat has shown that ARRIGC, KRIA and DZRIA are the main breeding institutions that produce the seeds of winter wheat varieties for the Rostov region. The survey has emphasized the fact that the varieties 'Stanichnaya', 'Ermak', 'Asket' and 'Tanaïs' of ARRIGC breeding; the varieties 'Grom', 'Tanya', 'Yuka' and 'Kalym' of KRIA breeding and the varieties 'Gubernator Dona', 'Donskaya Lira', 'Severodonetskaya yubileynaya' and 'Doneko' of DZRIA breeding are the most widely spread varieties of winter wheat in the region.

Key words: winter wheat, cultivated areas, productivity, varietal composition, Rostov region.

Введение

Озимая пшеница – одна из важнейших, наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур, имеющая значительный удельный вес в структуре зернового клина нашей страны. В Российской Федерации за период с 2010-2015 гг. посевные площади этой культуры в среднем составляли 12,6 млн. га (16,4 % от всей посевной площади). За эти же годы валовой сбор зерна был равен в среднем 33,9 млн т, а урожайность – 2,8 т/га. Наиболее высокий валовой сбор зерна (42,7 млн т) и урожайность (3,4 т/га) были получены в 2008 г., самые низкие за последние 5 лет – в 2012 г. – 25,5 млн т и 2,3 т/га соответственно [1].

Ростовская область является одним из ведущих производителей зерна в Южном федеральном округе России. Основной удельный вес производства зерна здесь приходится на озимую пшеницу, которая в структуре посевных площадей занимает более 52%, а ее средняя урожайность за последние пять лет составила 2,8 т/га (табл. 1). При сохранении стабильности посевных площадей озимой пшеницы в области основной путь увеличения урожайности озимой пшеницы – это быстрая сортосмена и внедрение новых продуктивных высококачественных сортов [2, 3, 4].

Таблица 1. Посевная площадь и урожайность озимой пшеницы в Ростовской области за 2012-2015 годы

Год	Вся посевная площадь	Площадь, занятая под озимой пшеницей		Урожайность, ц/га
		га	% ко всей площади	
2011	4419,9	1974,7	44,7	29,2
2012	4290,3	1945,3	45,3	23,3
2013	4387,3	2046,4	46,6	23,9
2014	4365,3	2144,3	49,1	33,4
2015	4372,0	2262,6	51,8	31,9

В Северо-Кавказском регионе в 2015 год было допущено к использованию в производстве 168 сортов озимой мягкой пшеницы, из них 72 – для Ростовской области [5]. Из всего перечня сортов рекомендованных к использованию по качеству в регионе 18 относятся к сильным, 41 – к ценным и 13 – к продовольственным (табл. 2). Наиболее урожайными являются сорта озимой пшеницы Ермак, Губернатор Дона, Станичная, Гром, Северодонецкая юбилейная, Таня, Танаис. Их потенциальная урожайность – 100 ц/га, в производственных условиях – 56-70 ц/га [6].

Таблица 2. Качество сортов озимой пшеницы, рекомендованных к использованию в Ростовской области в 2015 г.

Оригинатор	Всего, шт.	Качество					
		сильные		ценные		продовольственные	
ВНИИЗК	25	9	50,0%	15	36,6%	1	7,7%
КНИИСХ	27	4	22,2%	19	46,3%	4	30,8%
ДЗНИИСХ	18	4	22,2%	6	14,6%	8	61,5%
Другие НИУ	2	1	5,6%	1	2,5%	-	-
Итого	72	18	100%	41	100%	13	100%

Анализ среднегодовых объемов высеянных семян озимой пшеницы за период 2014-2015 годы свидетельствует, что в последние годы в регионе отмечается снижение доли высеянных семян сортов селекции ВНИИЗК с 38,4 до 36,2% и селекции ДЗНИИСХ с 28,7 до 23,1%. Следует отметить тот факт, что в регионе значительно возросла доля сортов селекции КНИИСХ, которые в сортовой структуре области занимают на данный момент 27,8-5,1% посевных площадей. Объем высеянных семян других НИУ составляет не более 5,6% посевных площадей (рис. 1).

Внедрение в производство новых сортов – одно из важнейших направлений стабильного получения зерна озимой пшеницы. Современная сортовая политика предлагает возделывание широкого набора сортов озимой пшеницы, различающихся между собой по комплексу биологических и хозяйственно-ценных признаков [7, 8]. Это предоставляет большие возможности сельхозпроизводителям подбирать сорта для различных агроклиматических зон, разных уровней хозяйствования, различных предшественников, полей и т. д., поскольку правильный подбор сортов является основным фактором в повышении урожайности озимой пшеницы [9].

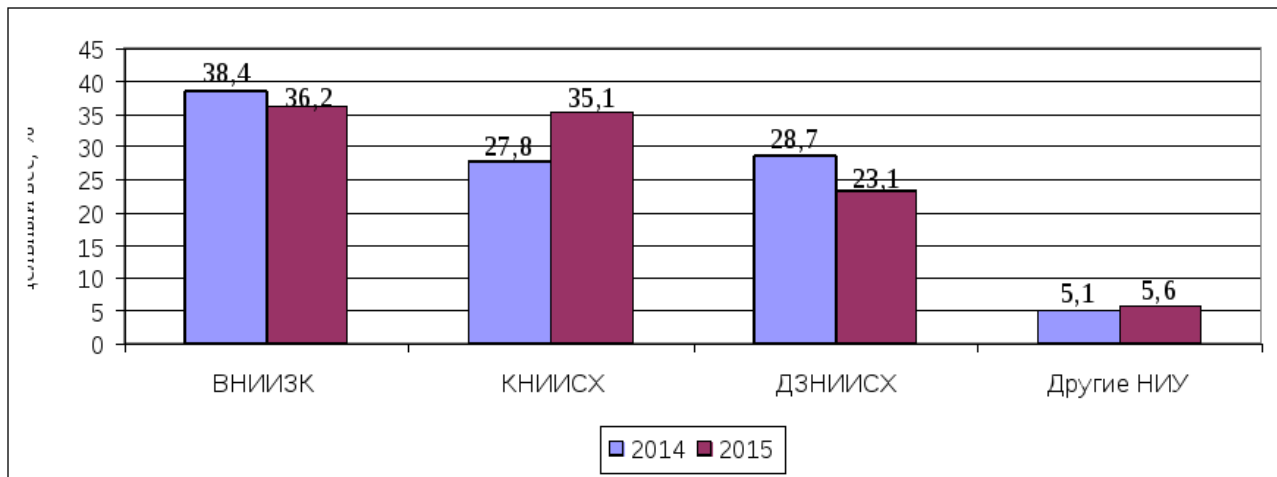


Рисунок 1. Доля оригинаторов семян озимой пшеницы (2014-2015 гг.), %

* По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области

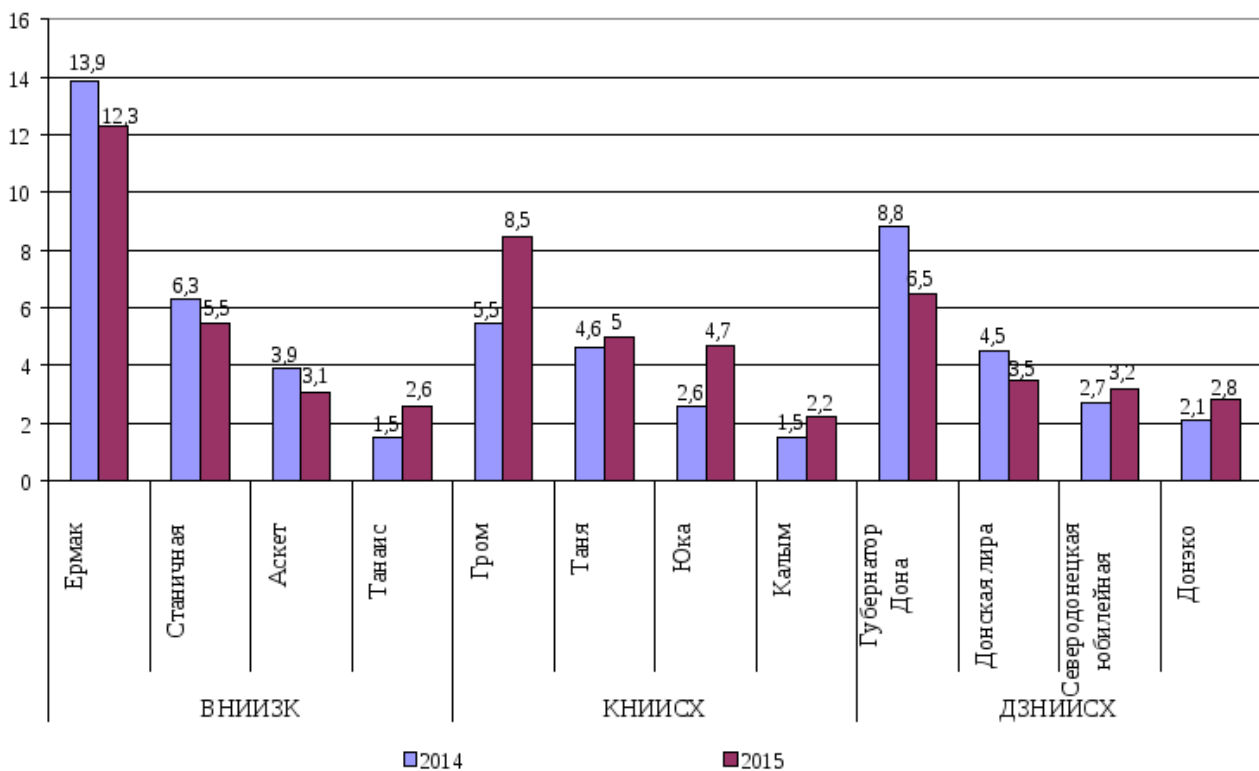


Рисунок 2. Сортовой состав наиболее распространенных сортов озимой пшеницы в Ростовской области, %, (2014-2015 гг.)

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области.

Анализ сортового состава озимой пшеницы за период с 2014 по 2015 гг. показывает, что наиболее распространенными сортами в Ростовской области являются: Ермак, Станичная, Аскет (ВНИИЗК), Гром, Таня, Юка, Калым (КНИИСХ), Губернатор Дона, Донская лира, Северодонецкая юбилейная, Донэко (ДЗНИИСХ), на долю которых приходится 58-60% всех посевных площадей (рис. 2). Прочие сорта, как правило, высеваются на незначительных площадях и являются либо устаревшими сортами вследствие несоблюдения правил сортосмены и невозможности приобретения семян новых сортов из-за слабого экономического состояния сельхозпредприятий, либо перспективными сортами, размножение которых находится еще на начальном этапе.

Выводы

Для увеличения производства зерна в хозяйствах Ростовской области рекомендуется высевать сорта, наиболее адаптированные к местным условиям, с высокой продуктивностью, зимостойкостью и качеством зерна, внесенные в Госреестр, что повышает производство зерна. Правильный подбор сортового состава для каждой почвенно-климатической зоны будет способствовать не только росту урожайности, но и повышению качества произведенной продукции.

Список литературы:

1. Филенко, Г.А. Состояние семеноводства и сортовой состав озимой пшеницы в Ростовской области / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Д.М. Марченко // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 3. – С. 40-44.
2. Фирсова, Т.И. О семеноводстве озимого ячменя / Т.И. Фирсова, Г.А. Филенко // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 5. – С. 17-21.
3. Филенко, Г.А. О семеноводстве зерновых колосовых культур различных категорий семян в Ростовской области / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Д.М. Марченко // В сборнике: AKTUALNI VYMOZENOSTI VEDY. – 2014. – Прага, 2014. – С. 34-38.
4. Алабушев, А.В. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области / А.В. Алабушев, В.В. Ковтунов, Н.А. Ковтунова, С.И. Горпиниченко // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 1. – С. 12-15.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М., – 2014. – 456 с.
6. Фирсова, Т.И. Развитие элитного семеноводства зерновых колосовых культур в Ростовской области / Т.И. Фирсова, Г.А. Филенко, Д.М. Марченко // Региональная научно-практическая конференция «АПК Юга России: состояние и перспективы». – Майкоп, 2014. – С. 201-204.
7. Филенко, Г.А. Элитное семеноводство ярового ячменя как фактор развития отрасли растениеводства в Ростовской области / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Д.В. Старикова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 5. – С. 24-27.
8. Корякин, В.В. Сортовой состав озимой пшеницы в Тамбовской области/ В.В. Корякин / Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 1. – С. 419-421.
9. Манукян, И.Р. Особенности возделывания озимой пшеницы в Северо-Кавказском регионе / И.Р. Манукян / Мат. V Межд. научн.-практ. конф. «Перспективы и особенности интеграционных процессов Северной и Южной Осетии». – Владикавказ, 2014. – С. 83.

УДК 504.064.45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ

**Никифорова Ю.Ю., кандидат биологических наук,
Мельник О.А., кандидат биологических наук**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет»,
350044, г. Краснодар, Россия
E-mail: petuh_yulya@mail.ru*

В настоящее время во всем мире достаточно остро стоит проблема накопления отходов. Представленная в данной работе технология заключается в использовании органических и минеральных отходов для производства сложных компостов, дальнейшее применение которых может улучшить физические, химические и биологические свойства верхнего слоя почвы через обогащение питательными веществами и коллоидными частицами.

Ключевые слова: *сложный компост, плодородие, отходы, свойства почв, почвенная биота.*

Currently worldwide, quite an acute problem of waste accumulation. Presented in this paper, the technology is the use of organic and mineral waste for the production of complex composts, further use of which improve the physical, chemical and biological properties of upper soil layer through the enrichment of nutrients and colloidal particles.

Key words: *complex compost, fertility, waste, properties of soils, soil biota .*

Введение

Практически все регионы нашей страны засорены разнообразными отходами. Полигоны переполнены, а их токсичные газообразные выделения и афильтраты отравляют воздух, надземные и подземные воды. В результате существующей системы утилизации отходов нарушается природный ландшафт, интенсивно загрязняются все его компоненты, что в конечном итоге прямо или косвенно влияет на здоровье населения. На сегодняшний день образование отходов является неотъемлемым и необратимым процессом в развитии человечества, который невозможно полностью исключить. Возможен лишь вариант поиска методов и технологий вторичного их использования.

Материалы и методы

Исследования по изучению сложного компоста ведутся в хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края с 2007 года. Технология создания сложного компоста заключалась в следующем: сложный компост размещали на уплотненной глиняной площадке объемом 600 м³ с заглубленным днищем на 0,4 м (высота компоста 2,0 м, ширина площадки 5 м, длина площадки – 50 м), расположенной вблизи фермы, с середины апреля до середины сентября. Сложный компост включал в себя следующие компоненты: полуперепревший навоз КРС, фосфогипс, пшеничную и ячменную солому, фекалии, древесные опилки, шелуху семян подсолнечника, а также отходы свеклы, выжимки овощных культур, золу, растительные остатки кукурузы, смёт с фермы в соотношении 50:7:3:3:2:1:1 соответственно. Перемешивание компоста осуществлялось ежемесячно в течение 5 месяцев.

Результаты

При проведении лабораторных анализов были получены некоторые физические и химические характеристики сложного компоста, которые сравнивали по действию со свойствами используемого в хозяйстве (ОАО «Заветы Ильича») органического удобрения (полуперепревшего навоза крупного рогатого скота). При компостировании навоза КРС совместно с фосфогипсом, фекалиями и различными растительными остатками удобрение

приобретает ряд положительных качеств [1, 5].

При хранении чистого навоза КРС отмечены большие потери органического вещества (до 75%). Денитрификация сложных соединений из свежих органических отходов (навоз КРС, свиной, птичий помет) способствует загрязнению атмосферы газообразными формами азота. Сохранение азота в навозе является важной практической и экологической задачей. Компостирование навоза совместно с фосфогипсом и другими отходами способствует существенному снижению процессов минерализации органического вещества и трансформации азота, является предупреждающим мероприятием от бесполезных его потерь [2, 4].

Так, на момент закладки опыта содержание органического вещества в полуперепревшем навозе КРС и компосте находилось примерно на одном уровне – $23,35 \pm 1,01$ и $24,18 \pm 1,15\%$ соответственно. В получаемом компосте содержание органического вещества в течение всего периода компостирования менялось слабо и в конце компостирования составило $21,80 \pm 1,09\%$. Потери органического вещества в полуперепревшем навозе КРС происходят быстрее, и на конечной стадии проведения опыта его концентрация снизилась до $17,52 \pm 0,91\%$. Таким образом, в случае компостирования полуперепревшего навоза КРС с различными отходами потери органического вещества составили 9,8, а без компостирования (чистый навоз КРС) – 25,0% [3,6].

Содержание аммонийного азота в процессе приготовления компоста за счет добавления фосфогипса повысилось и к концу приготовления компоста в среднем составило $0,09 \pm 0,01$, тогда как в навозе КРС – $0,07 \pm 0,01\%$. По истечении пяти месяцев потери азота в аммонийной форме в полуперепревшем навозе КРС составили около 30, тогда как в компосте – 18,2%. При смешивании навоза с фосфогипсом, участвующим в образовании агрегатов, активизируется процесс структурообразования компоста, улучшаются его физико-химические свойства и качественный состав ППК. Снижение денитрификации способствует уменьшению загрязнения атмосферного воздуха азотными соединениями. Свертывание коллоидных частиц различных отходов существенно сокращает их вымывание в грунтовые воды, что в свою очередь уменьшает загрязнение поверхностных вод биогенными элементами, вызывающими эвтрофикацию водоемов [8, 10].

Кроме этого, за счет фосфогипса и дефеката сложный компост обогащается кальцием, серой, фосфором, кремнием, микроэлементами и полуторными окислами, необходимыми для развития сельскохозяйственных культур. Содержание общего фосфора в компосте на последней стадии приготовления составило $0,33 \pm 0,01$, а в полуперепревшем навозе КРС – $0,27 \pm 0,01\%$. Использование в компосте фосфогипса с pH 4,5–5,0 способствует нейтрализации щелочной реакции среды органических отходов (pH 8,0–8,2), входящих в состав сложного компоста, и на момент созревания реакция его среды составляет от 6,5 до 6,9 [7, 9].

С течением времени (3–5 мес.) в сложном компосте в теплый период образуются чередующиеся и трофически связанные между собой различные группы микро- и мезофауны, мозаично размещающиеся в зависимости от комбинации разных веществ (органических и минеральных).

В ходе проведенных анализов было установлено, что использование в составе сложного компоста фосфогипса способствует снижению количества паразитов до уровня санитарно-эпидемиологических требований и обеззараживанию органической составляющей (навоза КРС). Кислая реакция водного раствора фосфогипса, наличие в нем серной, фосфорной и других кислот, а также его коллоидные свойства в особенности обусловили мацерацию верхних тканей яиц различных паразитов и их гибель за весьма короткий срок. При закладке опыта в навозе КРС были обнаружены следующие виды паразитов: *Ascaris suum*, *Oesophogostomum dentatum*, *Strongyloides ransomi*, представляющих класс *Nematoda*. На период закладки опыта содержание яиц указанных

паразитов по вариантам колебалось в пределах ошибки опыта. Через месяц в опыте отмечено снижение количества жизнеспособных яиц всех паразитов. Устойчивыми оказались *Ascaris suum* и *Oesophogostomum dentatum*. Через два месяца компостирования навоза в обоих вариантах содержание яиц паразитов резко сократилось, и в опытном варианте остались живые яйца только *Ascaris suum* в количестве 4,2 шт./кг массы; к четвертому месяцу на контрольном варианте число яиц этого паразита составило всего 0,7, а в опытном варианте – 0,05 шт./кг массы. Через 5 месяцев компостирования в варианте с компостом живых *Ascaris suum* не сохранилось [11, 16].

В сентябре 2007 года в хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края был заложен полевой опыт по изучению влияния сложного компоста на основные свойства почвы и ее плодородие. Сложный компост вносился под посев озимой пшеницы в дозе 65–70 т/га. Площадь опытного участка с внесением компоста составила 10 га, контрольного (с внесением только минеральных удобрений) – 10 га. За период с 2007 по 2012 гг. севооборот был представлен следующими сельскохозяйственными культурами: озимая пшеница – кукуруза на зерно – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница.

Выводы

В результате исследований было установлено, что использование сложного компоста приводит к оптимизации почвенной структуры (увеличение агрономически ценных агрегатов на 8%, коэффициента структурности – на 15%), снижению плотности и увеличению общей пористости почвы, повышению водоудерживающей способности (увеличение полной влагоемкости на 10-12%) [15].

Применение сложного компоста способствует улучшению агрохимических и физико-химических показателей чернозема обыкновенного (повышение содержания общего азота в среднем на 20%, органического вещества – на 8-10%, подвижного фосфора – на 15-20%, общего кальция – на 35-40%, серы – на 30 %, снижение pH на 0,5.

Под влиянием сложного компоста снижаются процессы денитрификации, происходит усиление биологической активности чернозема обыкновенного, что приводит к увеличению численности всего микробного сообщества.

При внесении сложного компоста повышается урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур.

В почве статистически достоверно возрастает количество представителей семейств: энхитреиды (*Enchytraeidae*), дождевые черви (*Lumbricidae*), кивсяки (*Julidae*).

Применение технологии на полях севооборота способствует снижению численности популяции мышевидных грызунов в посевах озимой пшеницы по причине их миграции и избегания неблагоприятных для роющей деятельности участков [12-14].

Безусловно, при различной компоновке отходов формируются сложные компосты, различающиеся физико-химическим составом и имеющие свои особенности развития и сроки формирования, а также отличающиеся новыми свойствами, которые в основном не выражены у составляющих его компонентов. Уровень сложности компостов необходимо иметь в виду при учете состава севооборота, проектировании мелиорации почв (pH, валовый состав, обеспеченность питательными веществами) и их охране. Потребителями сложных компостов могут быть агропромышленные комплексы, фермерские хозяйства, садоводческие товарищества и другие сельхозпроизводители региона.

Список литературы:

1. Алифиров, М.Д. Динамика почвенной фауны в агроландшафте степной зоны края / М.Д. Алифиров, И.С. Белюченко, В.В. Гукалов и др. // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 3. – С. 83–95.
2. Алифиров, М.Д. К вопросу о технологии переработки свиного навоза в перегной и его обогащении микроэлементами / М.Д. Алифиров, И.С. Белюченко, Т.В. Бозина и др. //

- Экологический вестник Северного Кавказа . - 2007. - Т. 3. - № 3 . - С. 99-104.
3. Антоненко, Д.А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография / Д.А. Антоненко, И.С. Белюченко, В.В. Гукалов, В.В. Корунчикова, О.А. Мельник, Ю.Ю. Никифорова, Л.Н. Ткаченко. - Краснодар, 2015. - 181 с.
 4. Белюченко, И.С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства / И.С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. - 2013. - Т. 9. - № 1. - С. 13-39.
 5. Белюченко, И.С. К вопросу о механизмах управления развитием сложных компостов / И.С. Белюченко // Экологический Вестник Северного Кавказа. - 2012. - Т. 8. - № 3. - С. 88-111.
 6. Белюченко, И.С. Отходы быта и производства как сырьё для подготовки сложных компостов: монография / И.С. Белюченко. - Краснодар: КубГАУ. - 2015. - 418 с.
 7. Мельник, О.А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О.А. Мельник, Д.А. Славгородская // Экологический вестник Северного Кавказа. - 2010. - Т. 6. - № 4. - С. 30-33.
 8. Мельник, О.А. Влияние отходов сельскохозяйственного и промышленного производства на содержание в почве органического вещества / О.А. Мельник // Экологический вестник Северного Кавказа . - 2010. - Т. 6. - № 1 . - С. 40-44.
 9. Мельник, О.А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О.А. Мельник, Ю.Ю. Петух, Д.А. Славгородская // Экологический вестник Северного Кавказа. - 2011. - Т. 7. - № 3. - С. 41-46.
 10. Мельник, О.А. Содержание органического вещества и некоторые аспекты его трансформации в почвах агроландшафта (на примере ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края) / О.А. Мельник // Диссертация... канд. биол. наук. - Краснодар, 2007.
 11. Никифорова, Ю.Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста / Ю.Ю. Никифорова // Экологический вестник Северного Кавказа. - 2013. - Т. 9. - № 2. - С. 30-39.
 12. Петух, Ю.Ю. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенной мезофауны в посевах кукурузы / Ю.Ю. Петух // Экологический вестник Северного Кавказа. - 2011. - Т. 7. - № 4. - С. 34-37.
 13. Петух, Ю.Ю. Влияние фосфогипса на динамику почвенной мезофауны в полях севооборота / Ю.Ю. Петух // Экологический вестник Северного Кавказа. - 2009. - Т. 5. - № 3. - С. 61-66.
 14. Петух Ю.Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте / Ю.Ю. Петух // В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. Краснодар, 2009. - С. 194-198.
 15. Петух, Ю.Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы / Ю.Ю. Петух // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - № 12 (131). - С. 417-418.
 16. Петух, Ю.Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста / Ю.Ю. Петух // Экологический вестник Северного Кавказа. - 2012. - Т. 8. - № 2. - С. 21-26.

УДК: 633.18:57.045

РЕАКЦИЯ СОРТОВ РИСА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В ЗОНЕ РИСОСЕЯНИЯ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

Оглы А.М.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский
научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: ogly-a@mail.ru

В статье представлены результаты изучения реакции сортов риса на изменчивость погодных условий, в основном температурных, в зоне рисосеяния Краснодарского края. Установлено, что в годы с высокими температурами, превышающими среднегодовые значения, у сортов риса сокращается вегетационный период, снижается урожайность и ухудшаются хозяйственные признаки. При этом новые сортообразцы конкурсного сортоиспытания более адаптированы к высоким температурам, чем районированные сорта.

Ключевые слова: рис, сорт, сортообразец, температура, адаптационная способность, коэффициент адаптивности, индекс среды.

This article shows the reaction of rice varieties on the variability of weather conditions, mainly temperature, in the rice-growing area of the Krasnodar Territory. It was found that in years with high temperatures, far exceeding the average annual values, the varieties of rice reduced growing season reduced yields and deteriorating economic signs. At the same time, new samples are more adapted to high temperatures than the released varieties.

Key words: rice, variety, sample, temperature adaptability, adaptability factor, the environment index.

Введение

Рисосеяние Российской Федерации находится у северной границы распространения культуры, что обуславливает важность температурных условий при ее выращивании. Основным рисосеющим регионом в стране является Краснодарский край, на территории которого производство риса составляет около 80% от общероссийского.

Умеренно-континентальный климат края позволяет выращивать сорта риса с периодом вегетации до 125 дней. Однако неустойчивость температуры во время вегетации риса вносит значительные коррективы в урожай культуры. Это обусловлено тем, что рис реагирует на величину амплитуды колебаний суточных температур.

Ранее было высказано предположение, что снижение среднесуточных температур во 2-3-й декадах июня до среднегодовой или ниже на 1,5 °C приводит к значительному повышению урожайности сортов риса. Этот период совпадает с дифференциацией конуса нарастания у растений риса и увеличением его в связи с пониженной температурой, что способствует формированию большого количества колосков на метелке [1]. В работах ученых анализировался 146-летний период наблюдений климата Северного Кавказа, на основании чего было выяснено, что в изменчивости среднегодовых температур воздуха наблюдаются закономерно сменяющие друг друга «теплые» и «холодные» периоды. В результате сделано заключение – годы с высокой урожайностью риса характеризуются более высокими температурами воздуха в период вегетации, а их понижение приводит к снижению урожайности [2].

Увеличение потенциала урожайности сельскохозяйственных культур всегда было и остается важным в селекционных программах. При этом современные сорта должны быть не только высокоурожайными, с высоким качеством продукции, но и устойчивыми к неблагоприятным факторам среды, т. е. высокоадаптированными, высокогомеостатичными [3]. Только высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в различных экологических условиях [4].

В связи с изложенным в задачу исследований входила необходимость проследить изменение урожайности и определение адаптационной способности районированных сортов и сортообразцов риса конкурсного испытания в 2009-2011 годах.

Материал и методика

Объектом изучения служили 12 сортов риса, из которых 6 внесены в Госреестр и возделываются в производстве, и 6 новых сортообразцов конкурсного испытания. Посевы размещали на фоне минерального питания $N_{120}P_{50}K_{30}$. Площадь делянки - 20 м², повторность - четырехкратная. Сроки посева - оптимальные (1-15 мая). Перед уборкой подсчитывали густоту стояния стеблестоя сортов и отбирали модельные снопы (по 10 растений с делянки) для биометрического анализа. Учет урожая проводили методом сплошного обмолота с пересчетом на стандартную влажность (14%). Результаты опыта обрабатывали статистически [5, 6]. Адаптационную способность сортов определяли по методике Животкова Л.А. [7].

Температурные условия в период проведения исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха в период вегетации риса (2009-2011 гг.)

Год	Температура, °С					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	средняя
2009	16,1	23,4	25,7	21,7	18,8	21,1
2010	17,8	24,8	26,8	27,3	21,6	23,7
2011	16,8	21,4	26,6	23,4	18,4	21,3
Ср. многолетняя	18,5	21,3	23,8	21,6	15,6	20,2

Температуры в 2009-2011 гг. имели несколько пониженные значения в период получения всходов (май), но выше средней многолетней за остальной период вегетации, особенно в 2010 году.

Результаты

Экспериментальные данные по изучению влияния погодных условий на вегетационный период, урожайность и элементы ее структуры приведены в таблице 2.

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что в самый жаркий 2010 год наблюдалось снижение значений изучаемых признаков в сравнении с более близкими по среднемесячной температуре за период вегетации 2009 и 2011 годов. Так, продолжительность вегетационного периода изучаемых сортов риса в 2010 году составляла 104-112 дней, а в 2009 и 2011 гг. - 108-118 дней и 107-117 дней. Урожайность сортов риса в 2010 году - 6,51-8,06 т/га; в 2009 году - 7,30-8,70 т/га; в 2011 году - 7,34-8,88 т/га.

Следует отметить, что сортообразцы конкурсного испытания имели более продолжительный период вегетации и высокую урожайность во все годы исследований в сравнении с районированными сортами риса. Средняя урожайность всех сортов в опыте за три года составила 7,79 т/га, у районированных сортов - 7,52 т/га, а у сортообразцов конкурсного испытания - 8,06 т/га.

По результатам дисперсионного анализа вычислены доли влияния различных факторов из общего варьирования на урожайность изучаемых сортов риса по опыту в целом и отдельно по сортам и сортообразцам риса (рис. 1, 2, 3, стр. 140).

На рисунке 1 показано, что значительную роль в формировании урожайности играют сорта (43,8%) и условия года (40%). При рассмотрении районированных сортов и сортообразцов конкурсного сортоиспытания по отдельности видно, что первые более подвержены влиянию погодных условий, доля влияния которых составляет 56,5% против 42,3 % у сортообразцов конкурсного сортоиспытания (рис. 2, 3, стр. 140).

Таким образом, установлено отрицательное влияние повышенных среднемесячных температур, в сравнении со среднемноголетними значениями, на урожай и слагаемые его элементы. При этом в общем анализе показано, что снижение доли влияния погодных

условий достигается у новых сортообразцов конкурсного сортоиспытания.

Таблица 2. Характеристика изучаемых сортов по хозяйственно-ценным признакам

Сорт (фактор А)	Год (фактор В)	Веgetац. Период, дней	Урожай- ность, т/га	Кол-во стеблей перед уборкой, шт	Колосков в метелке, шт	Стерильность метелки, %	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г
Лиман	2009	108	7,30	245,1	111,0	5,8	3,16	28,5
	2010	104	6,51	387,6	66,0	9,4	1,85	28,1
	2011	107	7,34	324,9	81,2	8,9	2,48	30,6
Рапан	2009	114	7,60	229,5	126,4	6,5	3,55	28,1
	2010	107	6,77	376,3	72,0	10,1	2,00	27,8
	2011	111	7,75	336,9	88,0	9,5	2,54	28,9
Виктория	2009	115	7,88	232,4	137,0	12,9	3,89	28,4
	2010	108	7,09	383,0	76,0	14,6	2,17	28,5
	2011	114	8,12	353,2	90,0	10,8	2,58	28,7
Кумир	2009	114	7,68	231,3	171,8	22,1	4,26	24,8
	2010	108	6,88	393,0	90,0	23,0	2,28	25,3
	2011	113	8,07	343,2	117,5	17,6	2,86	24,3
Аметист	2009	115	7,87	248,3	109,7	10,4	3,53	32,2
	2010	108	6,97	367,1	70,0	15,2	2,24	32,0
	2011	113	8,03	327,8	89,6	15,8	2,91	32,5
Ренар	2009	116	7,98	233,3	131,4	14,8	4,02	30,6
	2010	109	7,37	407,4	72,0	16,8	2,17	30,2
	2011	116	8,15	346,9	91,2	16,7	2,83	31,0
ВНИИР 9229	2009	117	8,10	252,3	140,6	23,4	4,19	29,8
	2010	111	7,56	417,9	84,0	25,2	2,42	28,8
	2011	116	8,33	333,4	110,3	19,0	3,09	28,0
ВНИИР 9610	2009	116	7,95	234,4	155,0	25,9	4,42	28,5
	2010	110	7,37	414,2	86,0	27,5	2,47	28,7
	2011	113	8,19	334,4	104,5	18,3	3,00	28,7
ВНИИР 9641	2009	118	8,63	239,0	166,2	27,1	4,95	29,8
	2010	112	8,02	438,5	86,0	27,3	2,52	29,3
	2011	117	8,70	371,7	101,1	18,8	2,88	28,5
ВНИИР 9655	2009	116	7,97	226,3	134,0	18,7	4,33	32,3
	2010	110	7,39	377,2	80,0	23,4	2,56	32,0
	2011	116	8,18	327,0	94,1	18,3	3,06	32,5
ВНИИР 9666	2009	118	8,70	235,1	157,7	16,1	4,42	28,0
	2010	112	8,06	435,7	78,0	17,8	2,25	28,9
	2011	117	8,88	377,9	93,5	13,1	2,70	28,9
ВНИИР 9755	2009	115	7,83	226,8	135,3	10,3	3,84	28,4
	2010	108	7,25	402,6	73,0	11,3	2,03	27,8
	2011	113	8,00	346,2	90,0	10,3	2,57	28,6
НСР ₀₅		1,85	0,763	10,95	15,3	4,65	0,24	1,12
по фактору А			1,71					
по фактору В			0,85					
взаимод. АВ			-					

Примечание: *НСР₀₅ по взаимодействию факторов АВ не приведена, т.к. недостоверна ($F_{фак.} \leq F_{таб.}$).

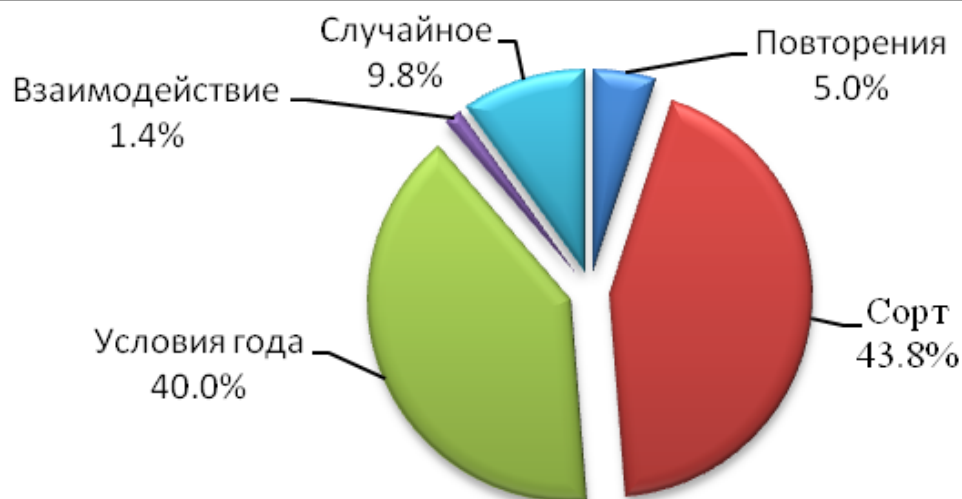


Рис. 1. Доли влияния различных факторов из общего варьирования на урожайность сортов и сортообразцов риса, %

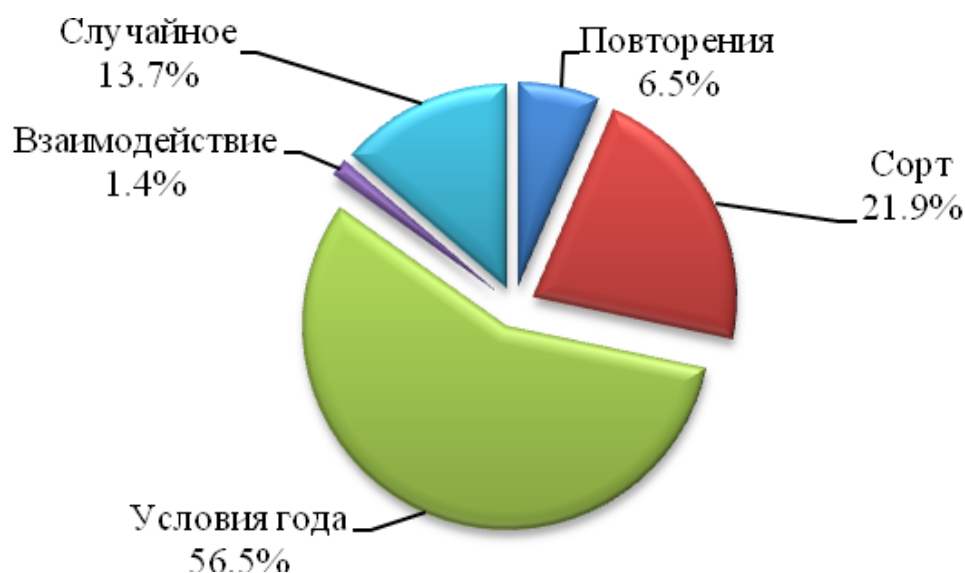


Рис. 2. Доли влияния различных факторов из общего варьирования на урожайность районированных сортов риса, %

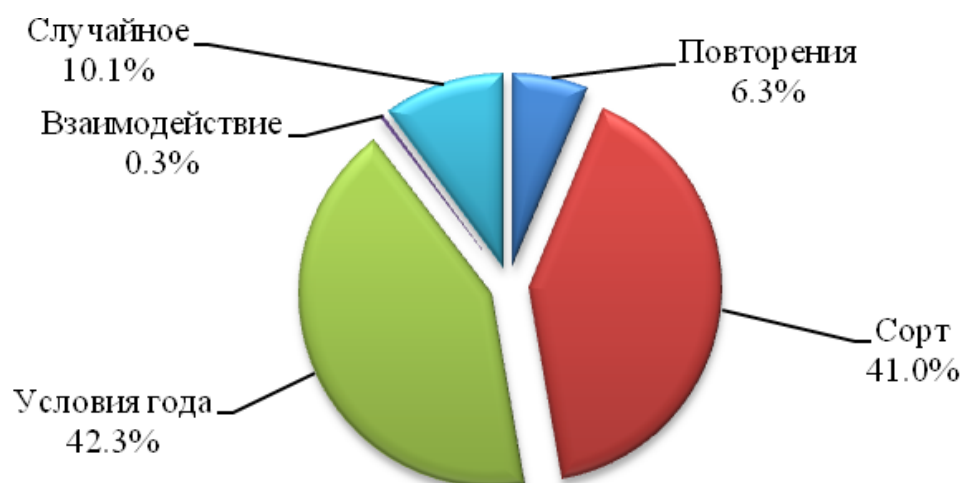


Рис. 3. Доли влияния различных факторов из общего варьирования на урожайность новых сортообразцов риса, %

Урожайность является одним из основных показателей, определяющих целесообразность возделывания того или иного сорта и зависит от агроклиматических условий и его адаптационной способности к комплексу неблагоприятных факторов среды.

Данные, характеризующие адаптационную способность изучаемых сортов и сортообразцов риса, приведены в таблице 3.

Таблица 3. Урожайность и коэффициент адаптивности сортов риса за 2009-2011 гг.

Сорт	Год включения в Госреестр, КСИ	Урожайность, т/га			Доля урожайности сортов относительно средней урожайности, %			Коэффициент адаптивности сорта
		2009	2010	2011	2009	2010	2011	
Лиман	1986	7,30	6,51	7,34	91,8	89,6	90,2	0,91
Рапан	1996	7,60	6,77	7,75	95,5	93,1	95,1	0,95
Виктория	2009	7,88	7,09	8,12	99,0	97,4	99,7	0,99
Кумир	2009	7,68	6,88	8,07	96,5	94,6	99,0	0,97
Аметист	2004	7,87	6,97	8,03	98,9	95,9	98,6	0,98
Ренар	2012	7,98	7,37	8,15	100,3	101,4	100,1	1,01
ВНИИР 9229	2008	8,10	7,56	8,33	101,8	104,0	102,3	1,03
ВНИИР 9610	2008	7,95	7,37	8,19	99,9	101,4	100,6	1,01
ВНИИР 9641	2008	8,63	8,02	8,70	108,4	110,4	106,8	1,08
ВНИИР 9655	2008	7,97	7,39	8,18	100,1	101,7	100,4	1,01
ВНИИР 9666	2008	8,70	8,06	8,88	109,4	110,8	109,0	1,10
ВНИИР 9755	2008	7,83	7,25	8,00	98,4	99,7	98,2	0,99
Среднесортная		7,96	7,27	8,15				
Индекс среды (Ij)		+0,17	-0,52	+0,36				

Примечание: *Среднесортная за 2009-2011 гг. – 7,79 т/га

Общую характеристику условий зоны выращивания риса можно получить при сравнении индексов условий среды. Из таблицы 3 видно, что наиболее благоприятным является 2011 год, так как индекс среды (Ij) составил + 0,36, при самой высокой средней урожайности 8,15 т/га. Менее благоприятным был 2009 год – Ij=+0,17 со средней урожайностью 7,96 т/га. Неблагоприятным стал 2010 год, который был самым жарким, – Ij= -0,52, при урожайности 7,27 т/га.

Практически все сортообразцы, за исключением ВНИИР 9755, во все годы изучения имели долю урожайности относительно средней урожайности по опыту 100% и более. Однако наибольшей, во все годы, она была у сортообразцов ВНИИР 9641 и ВНИИР 9666. Коэффициент адаптивности также был самым высоким у сортообразцов ВНИИР 9641 и ВНИИР 9666.

Среди районированных сортов по всем показателям выделился Ренар (2012 г.), который более адаптирован к существующим условиям среды.

В целом анализ цифрового материала позволяет утверждать, что повышенные температуры, на примере 2010 года, оказывают отрицательное влияние на урожайность сортов риса. Однако сорта, созданные в последние годы, более урожайны, чем предшествующие, что связано с их высокой адаптационной способностью к существующим условиям среды.

Проведенный ранее анализ влияния изменений климата на стабильность урожая возделываемых сортов риса в условиях Краснодарского края [8] показал, что регионы умеренного климата, каковым является наш край, характеризуются периодическими изменениями температур в период вегетации риса в сторону «потепления» или «похолодания». Сорта, созданные в один из таких периодов, соответствуют условиям среды и обеспечивают оптимальный урожай и стабильность хозяйственно-ценных признаков.

Однако при продолжительном периоде «потепления» начинает доминировать скороспелость, которая влечет за собой снижение урожайности и ухудшение хозяйственных признаков. Это обуславливает необходимость сортосмены, т. е. замены старых сортов новыми, способными обеспечить более высокий урожай зерна риса в сложившихся условиях среды.

Выводы

1. Погодные условия вносят значительные коррективы в величину урожайности и её слагаемые. При повышенных температурах у всех сортов и сортообразцов риса снижаются значения хозяйственно-ценных признаков.
2. У новых сортообразцов конкурсного сортоиспытания значения изучаемых признаков были достаточно высокими в сравнении с районированными сортами, которые были более чувствительными к воздействию погодных условий.
3. Показано, что районированные сорта обладают более низкой адаптационной способностью в сравнении с новыми сортообразцами, проходящими конкурсное сортоиспытание.

Список литературы:

1. Агарков, В.Д. К обоснованию причин высоких и низких урожаев риса / В.Д. Агарков, А.Н. Касьянов// Рисоводство. – 2007. – № 1 – С. 23-25.
2. Шеуджен, А.Х. Теплообеспеченность периода вегетации и урожайность риса / А.Х. Шеуджен, Г.А. Галкин, Т.Н. Бондарева // Рисоводство. – 2007. – № 11. – С. 24 – 28.
3. Щербаков, В.К. Эволюционно-генетическая теория биологических систем: гомеостаз, значение для развития теории селекции / В.К. Щербаков // Вестн. с.-х. науки. – 1981. – № 3 – С. 56-67.
4. Хангильдин, В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели яровой пшеницы / В.В. Хангильдин // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа: БФ АН СССР. – 1979. – С. 5-39.
5. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных: методические рекомендации / В.А. Дзюба.– Краснодар, 2007. – 76 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
7. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
8. Шиловский, В.Н. Влияние изменений климата на стабильность урожая ранее возделываемых сортов риса в условиях Краснодарского края / В.Н. Шиловский, А.М. Оглы // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4(40). – С. 28-31.

УДК: 633.18:575.167

ПРОЯВЛЕНИЕ АТАВИСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У СОРТА РИСА ШАРМ

**Остапенко Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Джамирзе Р.Р., кандидат сельскохозяйственных наук,
Лоточникова Т.Н., кандидат биологических наук,
Чинченко Н.Н., соискатель**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: arrri_kub@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования по раннеспелому длиннозерному сорту риса Шарм, у которого был выявлен фенотипический признак – остистость зерновки, несвойственный ему. Наблюдаемый признак у отобранных семей носил наследственный характер, о чем свидетельствует закрепление его на генетическом уровне. Рассмотрен ряд факторов, которые могли бы оказать влияние на генетический аппарат изучаемого сорта и инициировать появление остей.

Ключевые слова: *селекция риса, фенотип риса, генотип риса, окружающая среда.*

The article presents results of research of early-ripening long-grained rice variety Sharm, in which the phenotypic trait non-typical for it was found - beardedness of caryopsis. The observed trait in selected families had hereditary nature, which is indicated by its fixation on genetic level. A number of factors that could affect the genetic apparatus of the studied variety and initiate the appearance of awns is observed.

Key words: *rice breeding, rice phenotype, rice genotype, environment.*

Введение

Рост и развитие растений представляют собой процесс усвоения и переработки солнечной энергии (СЭ), поэтому сельскохозяйственное производство возможно только при условии поступления СЭ на поверхность Земли. Русский ученый К. А. Тимирязев писал: «Дайте самому лучшему повару сколько угодно свежего воздуха, солнечного света, целую речку чистой воды, попросите, чтобы из всего этого он приготовил вам сахар, крахмал, жиры и зерно, и он решит, что вы над ним смеетесь. Но то, что кажется совершенно фантастическим человеку, беспрепятственно совершается в зеленых листьях растений под действием СЭ» [1].

Значимое биологическое действие СЭ оказывает в виде ультрафиолетовой (УФ) и инфракрасной (ИК) радиации. На микроорганизмы и культивируемые клетки высших животных и растений ультрафиолетовое излучение (УИ) оказывает губительное и мутагенное действие. Это может приводить к гибели клеток или изменению их наследственных свойств (мутациям) [2]. При локальном воздействии на ткани ИК-излучение несколько ускоряет биохимические реакции, ферментативные и иммунобиологические процессы, рост клеток и регенерацию тканей, усиливает биологическое действие УФ-лучей [3].

Собственный мутагенный эффект экстремальных температур не доказан. Однако очень низкие или очень высокие температуры нарушают деление клетки (возникают геномные мутации). Экстремальные температуры усиливают действие других мутагенов, поскольку снижают ферментативную активность репарационных систем [4].

Ость у зерновки риса морфологически представляет собой метаморфозированную пластинку листа, а пленка, ее несущая, – листовое влагалище. Раньше смотрели на ости или как на органы защиты растений от поедания животными, или как на пружины, смягчающие удары при ветре, или как на средство распространения и даже внедрения в

почву семян [5].

Контролируют остистость у риса три доминантных гена An ($Awned$): An_1 , An_2 , An_3 . Длинные ости возникают при сочетании (An_1 , An_2 , An_3). Ости средней длины обусловлены сочетаниями (An_1 , an_2 , An_3) и (An_1 , an_2 , an_3). Короткие ости возникают при сочетаниях (an_1 , An_2 , An_3) и (An_1 , An_2 , an_3). Сочетание (an_1 , an_2 , An_3) обуславливает возникновение зачатков остей, а сочетание трех рецессивных аллелей (an_1 , an_2 , an_3) – безостость [6].

У риса идентифицировано более 400 генов, контролирующих несколько десятков различных признаков. Группа генов модификаторов и ингибиторов регулирует активность различных генов. Например, ген $I-An$ подавляет образование остей. Гены устойчивости к пирикулярриозу не проявляются в присутствии гена $I-Pi$. На уровне растения блокированные гены составляют резервный блок генотипа данной формы риса. В нем сосредоточены гены, отвечающие за атавистические признаки, которые обычно не проявляются в течение всего онтогенеза [6].

На протяжении всех этапов выведения и размножения нового сорта риса необходимо принимать во внимание непостоянство условий окружающей среды, которые оказывают существенное влияние на ход селекционного процесса и отбираемые формы. В связи с этим следует тщательно проводить отборы и браковки на последних этапах селекционного процесса и первичного семеноводства. Нелишним будет изучение воздействия основных внешних факторов на новый сорт в условиях экологического или производственного испытания в разных агроклиматических зонах. Для получения качественного посевного материала нового сорта рекомендовано ведение первичного семеноводства на базе научно-исследовательских центров, а производственного семеноводства – в специализированных хозяйствах [7].

Материал и методы

Научно-исследовательскую работу выполняли в соответствии с ГОСТ 15.101.80 – «Порядок проведения научно-исследовательских работ» и методиками, разработанными во ВНИИ риса [8].

Материалом для исследования служил сорт риса Шарм.

Для изучения в питомниках испытания потомств первого года (первичное семеноводство, П-1) в 2013 году было посеяно 400 однорядковых делянок сорта, каждая – потомство одной метелки. Посев питомников проводили сеялкой СКС-6-10 (кассетный вариант) и Wintersteiger «Plotseed». Во время вегетации проводили фенологические наблюдения, браковки. Сколько-нибудь значимых модификационных изменений у сорта не наблюдали.

В 2013 году было отмечено незначительное поражение растений пирикулярриозом: узловая и метельчатая формы (индекс развития болезни – 10-12%) – в то время, как повсеместно отмечалось сильное развитие пирикулярриоза (эпифитотий) на больших площадях.

Перед уборкой после проведения сортовых прополок на этих делянках было убрано 600 типичных элитных растений для питомника испытания потомств первого года (П-1) в 2014 г. [8]. Оставшиеся на делянках растения были обмолочены малогабаритным селекционным комбайном ДКС-515, после доработки были получены оригинальные семена.

В 2014 году из семян растений, убраных в 2013-м году, посеяно 600 однорядковых делянок сорта Шарм, каждая – потомство одной метелки. В период вегетации выявлены различия по семьям. Уже во время массового выметывания и начала молочной спелости у самых ранних метелок отмечено расщепление. Одновременно в делянках наблюдали появление безостых семей, семей с зачатками остей по всему профилю метелки и с зачатками остей в верхней части метелки, (таблица 3).

Во время полного созревания в 2014 году убрали вручную по 10 семей всех наблюдаемых разновидностей (без остей и с зачатками остей разной степени), всего 30 делянок для посева в 2015 году в П-2. Определили технологические параметры качества зерна и крупы изучаемых образцов риса (таблицы 1).

В 2015 году было посеяно (сеялка точного высева Wintersteiger "Rowseed") 30 делянок сорта Шарм (по 10 семей каждой разновидности) в П-2 (питомник испытания потомств второго года) площадью 6,4 м² каждая.

Во время вегетации наблюдали наследование признака остистости, как и в 2014 году: т. е. из 30 посеянных делянок 10 были безостые, 10 – с зачатками остей по всей длине метелки и 10 – с зачатками остей в верхней части метелки. После уборки были определены технологические параметры качества зерна и крупы изучаемых образцов риса.

Цель работы – выяснить причину массового появления несвойственного признака «зачатки остей на зерновках» у сорта Шарм, закрепившегося в потомстве.

Результаты

В качестве гипотезы рассматривали три возможных причины проявления атаксизма: высокая температура воздуха, теплообеспеченность ценоза, активность Солнца в период вегетации.

1. Температура воздуха

Считается, что появление остей или их зачатков – это адаптивная реакция на высокую температуру воздуха. Многолетние наблюдения за растениями показали, что у безостых сортов зачатки остей появляются часто на боковых побегах, реже – на главном. При пересеве обычно они уже не проявляются.

В нашем опыте семьи, у которых зачатки остей были на всех зерновках, имели более крупную метелку и сформировали на 10% и на 20 % большую урожайность (соответственно), чем безостые семьи и семьи с зачатками остей на зерновках верхней части метелки.

Важная роль в характеристике сорта отводится технологическим признакам качества зерна и крупы – пленчатости, стекловидности, трещиноватости, крупности зерна, его линейным размерам, которые являются определяющими в генотипической и экологической стабильности или изменчивости сорта [9].

Несмотря на появление остей, технологический анализ качества зерна и крупы изучаемых семей всех разновидностей сорта Шарм не выявил существенных различий между ними за два года выращивания (таблица 1).

Таблица 1. Технологический анализ качества зерна и крупы сорта риса Шарм (по семьям), урожай 2014 и 2015 г.

№ делянки	Год	Масса 1000 зерен при W=14 %, г	Пленчатость, %	Стекло-видность, %	Трещиноватость, %	Размеры шелушенной зерновки, мм			Выход и качество крупы, %	
						длина, L	ширина, В	L/В	общий	содержание целого ядра
Безостая форма										
Среднее	2014	28,29	21,97	98,9	17,9	7,52	2,35	3,21	68,12	82,37
Среднее	2015	27,80	20,11	97,6	8,4	7,69	2,32	3,33	67,86	90,17
Форма с зачатками остей										
Среднее	2014	28,74	21,51	98,9	18,4	7,53	2,37	3,19	67,34	83,33
Среднее	2015	28,50	20,00	98,0	11,4	7,73	2,31	3,36	67,50	89,33
Остистая форма										
Среднее	2014	28,51	21,01	99,00	18,43	7,57	2,34	3,26	61,46	81,16
НСР ₀₅	2014	0,87	0,66					0,12		
НСР ₀₅	2015	0,83	0,30					0,16		

Принимая во внимание, что наличие зачатков остей является не характерным признаком для фенотипа сорта Шарм, было принято решение исключить 10 семей с зачатками остей по всему профилю метелки из программы исследований. С оставшимися семьями работа будет продолжена в 2016 году.

Погодные условия в 2013 году в Краснодарском крае сложились благоприятно.

Среднедекадные температуры с конца апреля по вторую декаду июля превышали среднемноголетние значения на 0,8-4,5 °С. Во второй декаде июля максимальная температура воздуха достигала 37,5 °С. В это время проходила фаза выметывания и цветения у сорта Шарм (11.07-17.07). Температурные показания на метеостанции снимаются по прибору, расположенному в тени. На поле в это время температура воздуха значительно выше.

По данным некоторых исследователей [10] температуры воздуха выше 35 градусов имели негативное воздействие на растения риса разных сортов. Поэтому можно предположить, что в период цветения в 2013 году для растений риса в нашем опыте сложились стрессовые условия.

2. Теплообеспеченность

Накопление суммы эффективных температур воздуха шло очень высокими темпами, существенно опережающими среднемноголетние значения. Так, на 20 июля 2013 года, к периоду массового цветения посевов сорта Шарм, сумма эффективных температур воздуха составила 1058°, что выше среднемноголетних значений на 239° (таблица 2).

Теоретически можно предположить, что столь значительные темпы накопления суммы положительных температур воздуха тоже не могли пройти для растений сорта «незамеченными». Растения ускоренными темпами проходили фазы вегетации. И именно в период массового выметывания и цветения в 2013 году высокая теплообеспеченность могла подействовать, как стрессовый фактор.

В 2014-м году на этот период сумма составила 1009 градусов. В предыдущие годы этот показатель тоже был больше, чем в изучаемом 2013 году, но подобных изменений на растениях риса отмечено не было.

Таблица 2. Сумма эффективных температур воздуха (выше 10 °С) с нарастающим итогом

Год	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
Средняя многолетняя	89	157	250	345	449	562	687	819	971	1108	1235	1363	1456	1530	1586
2010	97	184	287	423	587	730	888	1054	1252	1454	1633	1784	1909	2024	2131
2011	69	136	233	346	463	574	713	885	1090	1235	1378	1505	1602	1695	1756
2012	274	392	497	603	761	908	1033	1181	1379	1550	1693	1834	1926	2031	2138
2013	147	245	371	474	608	752	901	1058	1196	1330	1490	1657	1740	1827	1861
2014	138	239	362	484	593	709	846	1009	1187	1363	1537	1690	1783	1857	1913

Солнечная активность

Учитывая, что спектр мутагенного действия УИ примерно совпадает со спектром поглощения нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), была изучена активность Солнца более чем за столетний период – как главного естественного источника УФ-излучения (рис. 1).

На графике показаны пики и спады активности звезды нашей системы, а также ее циклы за период с 1900 по 2015 года. Можно заметить, что максимальный пик воздействия Солнца за прошедшие сто лет приходился на 1955-1960 года. Но в этот временной период не происходило никаких крупных аномалий. График солнечной активности в 2013 году показывает меньшие цифры – в пределах 125-150 солнечных вспышек. Заметно, что на 2013-2014 гг. приходится всплеск активности Солнца, хотя и никаких рекордных показателей не наблюдается. Существует мнение [11], что в момент энергетических всплесков (вспышек) в солнечных лучах преобладают УФ (ультрафиолет) и ИК (инфракрасный) излучения, которые могут катализировать действие целого ряда мутагенных факторов, неизбежно обуславливающих появление генетически новых форм.

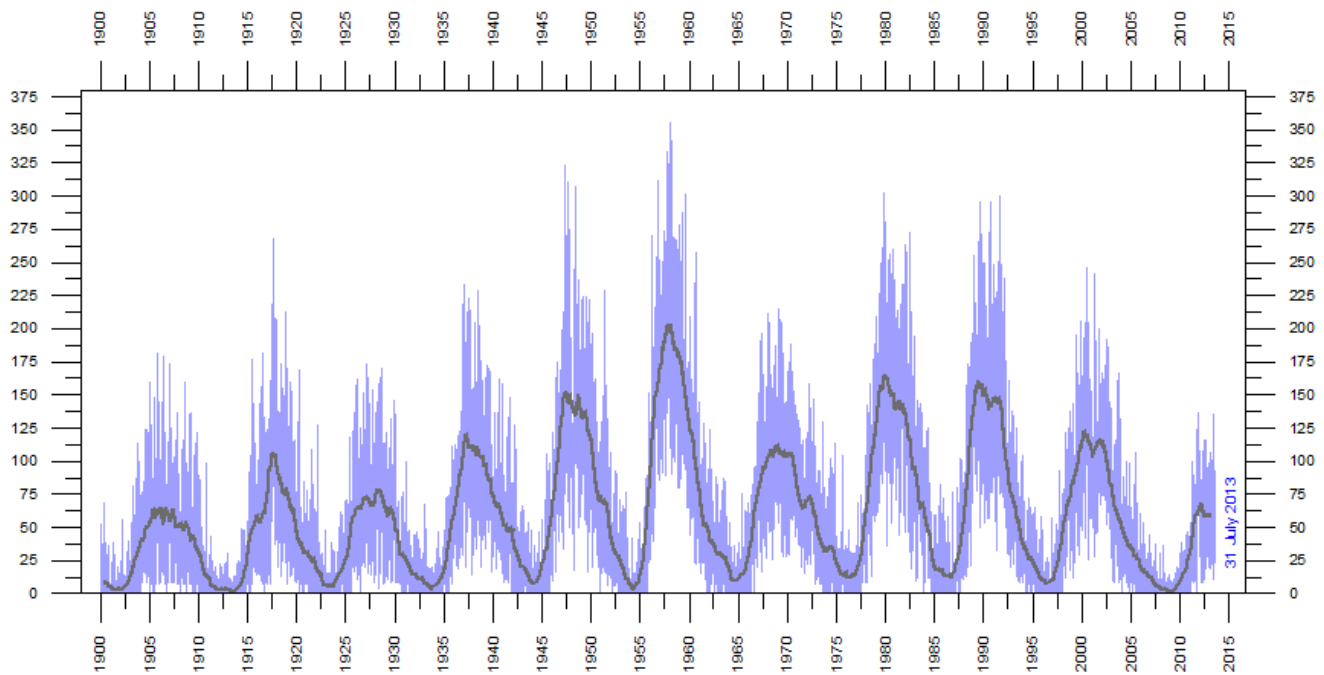


Рисунок 1.- График солнечной активности за период 1900-2015 гг.

Шарм районировали в 2014 году. До этого времени его изучали в течение 8 лет в различных селекционных и семеноводческих питомниках. В этот период времени не было замечено столь значительных фенотипических или модификационных отклонений. Но в питомнике первичного семеноводства 2014 года отмечены нехарактерные данному сорту фенотипические признаки, которые закрепились в потомстве и проявились в питомнике 2015 года. Установив наследование признака остистости у потомства на протяжении двух лет, пришли к выводу, что именно в 2013 году на сорт Шарм в П-1 было оказано воздействие комплекса факторов среды (биотические, абиотические, антропогенные и др.), способствовавших переблокировке генетических блоков.

Исходя из этого, предполагается, что набор хромосом по признаку остистости у сорта Шарм включал как рецессивные, так и доминантные гены (an_1 , An_2^* , An_3^* ; An_1^* , An_2^* , an_3) (таблица 3) [6]. В течение всего селекционного процесса по сорту Шарм доминантные гены были заблокированы. Проявляли себя только гены рецессивные, вследствие чего сорт характеризовался как безостый. Но в 2013 году фаза выметывание-цветение пришлось на период одновременного действия ряда внешних условий. Вероятно, подействовали все три рассматриваемых в опыте фактора: высокая температура воздуха, теплообеспеченность и активность Солнца. Каждый из них по отдельности не был катастрофически предельным, но при совместном воздействии в период оплодотворения и формирования зародыша (что мы и наблюдали в опыте) могли оказать влияние вполне достаточное, чтобы произошла разблокировка гена I-An.

Проявление атавистических признаков, гены которых заблокированы в резервном блоке генотипа, предполагает переблокировку генов, которая объясняет утрату рисом некоторых примитивных черт, в т. ч. остистости, пигментации и др. Именно переблокировкой можно объяснить некоторые генетические процессы в популяции риса, в том числе проявление атавизмов. Например, ген I-An подавляет образование остей. На уровне растения заблокированные гены составляют резервный блок генотипа данной формы риса. В нем сосредоточены гены, отвечающие за атавистические признаки, которые обычно не проявляются в течение всего онтогенеза [6].

Таблица 3. Расщепление сорта риса Шарм в опыте П-1, урожай 2014 г.

Делянки	Описание	Количество, шт.	Количество, %	Набор генов	
				лит. источник	по результатам
Безостые	Ости отсутствуют	271	45,0	an ₁ , an ₂ , an ₃	an ₁ , An ₂ , An ₃ ; An ₁ , An ₂ , an ₃
Остистые	Зачатки остей у всех зерновок в метёлке	252	42,0	an ₁ , An ₂ , An ₃ ; An ₁ , An ₂ , an ₃	an ₁ , An ₂ *, An ₃ *; An ₁ *, An ₂ *, an ₃
Промежуточные	Зачатки остей у зерновок в верхней части главной метёлки и на боковых метёлках	77	13,0	an ₁ , an ₂ , An ₃	an ₁ , An ₂ *, An ₃ *; An ₁ *, An ₂ *, an ₃
Всего		600	100,0		

* - разблокированные гены

Таким образом, в период длительного возделывания сортов под воздействием внешних условий (высокие температуры, солнечная активность, различная теплообеспеченность и др.) в них могут появляться несвойственные сорту фенотипические признаки, закрепляемые в потомстве.

Проводя правильную политику первичного семеноводства, можно поддерживать сорт в неизменном состоянии, удаляя в питомнике испытания потомств первого года семьи с несвойственными признаками. Оставшиеся в П-1 семьи обязательно проверять на следующий год в П-2.

Список литературы:

1. Лекция 2. Солнечная радиация: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pandia.ru/text/78/232/51679.php>
2. Глава III. Ультрафиолетовые лучи. Загадки невидимого света: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.libma.ru/nauchnaja_literatura_prochee/solnechnyi_luch/p4.php
3. Спектральный состав солнечного света: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/11044.html>
4. Физические мутагены. Ультрафиолетовое излучение: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bioinform.ru/binfs-579-1.html>
5. Помощник агронома. Потребность в воде зерновых: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://agrofak.com/rastenievodstvo/zernovye/potrebnost-vode-zernovykh.html>
6. Алёшин, Е. П. Рис / Е. П. Алешин, Н. Е. Алешин. - М.: - 1993. - 505 с.
7. Схема первичного семеноводства: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://don-rice.ru/page95.html>
8. Зеленский, Г.Л. Рис. Новые сорта и энергосберегающие технологии его возделывания в Краснодарском крае / Г.Л. Зеленский, М.И. Чеботарёв, Е.И. Трубилин [и др.]. - Краснодар, 1997. - 95 с.
9. Лоточникова, Т.Н. Изменчивость технологических и биохимических признаков качества зерна новых сортов риса российской селекции: автореферат диссертации канд. биол. наук / Т.Н. Лоточникова. - Краснодар, 2006. - 25 с.
10. Гончарова, Ю.К. Высокие температуры и продуктивность риса / Ю.К. Гончарова // Энтузиасты аграрной науки: Труды Куб. ГАУ. - Краснодар, 2006. - Вып. 5. - 139-149 с.
11. Прохоров, А.М. Солнечный ветер это: [Электронный ресурс] / А.М. Прохоров // Физическая энциклопедия в 5-ти томах. М.: Советская энциклопедия. - 1988. - Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/2800/СОЛНЕЧНЫЙ

УДК: 635.925:582.931.4:58.036.5

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВИДОВ СИРЕНИ ПО КОМПОНЕНТАМ ЗИМОСТОЙКОСТИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Павленкова Г.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,
302530, г. Орел, Россия
E-mail: pavlenkova.g@yandex.ru

В статье приведены результаты исследований устойчивости видов сирени по компонентам зимостойкости в условиях Орловской области. Выделены высокозимостойкие и зимостойкие виды сирени – С. Комарова, С. бархатистая, С. обыкновенная, С. венгерская, С. Генри. Данные виды представляют интерес как источники устойчивости к комплексу повреждающих факторов осенне-зимнего периода и являются перспективными для зеленого строительства в условиях Орловской области.

Ключевые слова: виды сирени, эколого-географическое происхождение, зимостойкость, искусственное промораживание, компоненты зимостойкости.

The results of study of lilac species resistance on components of winter hardiness in conditions of Orel region are presented. Highly winter hardy and hardy lilac species (*S. Komarowii* Sch., *S. velutina* Kom., *S. vulgaris* L., *S. josikaea* Jacq., *S. Henryi* Sch.) have been singled out. These species are of interest as sources of resistance to a complex of damaging autumn-winter factors and are promising for greenbelt setting in conditions of Orel region.

Key words: lilac species, ecological and geographical origin, winter hardiness, artificial freezing, winter hardiness components.

Введение

Одно из ведущих мест среди красивоцветущих декоративных кустарников, используемых в современном зеленом строительстве, принадлежит сирени (*Syringa* L.). Эта культура заслуживает особого внимания благодаря своим прекрасным декоративным качествам, большому сортовому и видовому разнообразию, экологической пластичности.

Особый интерес представляют виды сирени различного эколого-географического происхождения. Большинство из них зацветает позже сирени обыкновенной и ее сортов, поэтому использование их в озеленении позволяет продлить общий период цветения сирени. Однако виды сирени не находят широкого использования вследствие недостаточного распространения в практике зеленого строительства, большинство из них можно встретить только в ботанических садах, дендрариях и частных питомниках. На основании результатов исследований зеленых насаждений общего пользования г. Орла и Орловской области выявлено, что из видов сирени в озеленении встречается только сирень венгерская. Причем доля распространения этого вида незначительна – 0,06% от общего количества растений-интродуцентов [1, 2, 3].

Кроме того, в научных работах недостаточно полно освещены вопросы устойчивости видов сирени к неблагоприятным факторам окружающей среды, в том числе к низким температурам зимнего периода, что способствовало бы их большей популяризации в практике озеленения. В связи с этим целью нашей работы является изучение зимостойкости видов сирени различного происхождения в условиях Орловской области.

Материалы и методы

Исследования проводили на базе дендрария Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК, Орловская область, д. Жилина) в 2007-2009 гг. Объектами исследований служили 13 видов сирени различного эколого-географического происхождения:

1 группа – виды Восточно-Азиатского очага происхождения: С. амурская (*S. amurensis* Rupr.), С. пекинская (*S. pekinensis* Rupr.), С. пониклая (*S. reflexa* Sch.), С. Комарова (*S.*

Komarowii Sch.), *С. волосистая* (*S. villosa* Vahl.), *С. бархатистая* (*S. velutina* Kom.), *С. юннаньская* (*S. yunnanensis* Franch.);

2 группа – виды Балкано-Карпатского очага происхождения: *С. обыкновенная* (*S. vulgaris* L.) и *С. венгерская* (*S. josikaea* Jacq.);

3 группа – вид Гималайского очага происхождения: *С. гималайская* (*S. emodi* Wall.);

4 группа – виды гибридного происхождения: *С. Генри* (*S. Henryi* Sch.), *С. персидская* (*S. persica* L.), *С. персидская разрезнолистная* (*S. persica* var. *laciniata* West.). *С. Генри* представляет собой межвидовой гибрид *С. венгерской* и *С. волосистой*; *С. персидская* – гибрид *С. афганской* и *С. перистонадрезной* [4, 5].

Данные виды получены двухлетними саженцами из Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС, Липецкая область) и высажены на территории дендрария в 1969-1977 гг.

Степень подмерзания видов сирени изучали путем моделирования повреждающих факторов зимнего периода методом искусственного промораживания [6] совместно с лабораторией физиологии устойчивости плодовых растений ВНИИСПК. Промораживание побегов сирени проводили в климатической камере «ЕСРЕС» PSL – 2КРН после их предварительной закалки при температуре -5 °С по четырем компонентам зимостойкости:

I компонент – устойчивость к осенним заморозкам и раннезимним морозам до -30 °С;

II компонент – максимальная морозостойкость растений в закаленном состоянии при температуре -42 °С;

III компонент – способность сохранять устойчивость к морозам до -30 °С в период оттепелей (+2...+5 °С) в середине зимы;

IV компонент – способность растений восстанавливать морозостойкость до -35 °С после оттепелей (+2...+5 °С) в конце зимы.

Статистическую обработку результатов исследования проводили методом дисперсионного анализа [7].

Результаты

На основании результатов исследований у видов сирени среди тканей меньшей устойчивостью к действию низких отрицательных температур характеризовалась кора (1,37 балла), большей – сердцевина (0,81 балла) (таблица 1).

Меньшей устойчивостью тканей в режиме промораживания по I и III компонентам зимостойкости обладала кора (1,2 балла и 2,0 балла соответственно); по II и IV компонентам – древесина (1,7 балла и 1,1 балла соответственно). Меньшую степень подмерзания по I компоненту зимостойкости имела древесина (0,7 балла) и сердцевина (0,7 балла); по II и III компонентам – сердцевина (1,0 балла и 0,8 балла соответственно); по IV компоненту – камбий и сердцевина (по 0,8 балла).

Отсутствие повреждения тканей по I компоненту зимостойкости отмечено у *С. Комарова*. Отсутствием повреждения камбия по II компоненту характеризовались виды – *С. Комарова*, *С. бархатистая*, *С. гималайская*, *С. Генри*. Отсутствие повреждения камбия по IV компоненту отмечено у *С. бархатистой*.

По результатам исследований у видов сирени нами выявлена в среднем большая устойчивость почек в режиме промораживания по IV компоненту зимостойкости (степень подмерзания вегетативных почек составила 1,6 балла, генеративных – 2,2 балла); меньшая – по III компоненту (степень подмерзания вегетативных почек – 2,9 балла, генеративных – 3,3 балла) (таблица 2).

Таблица 1. Степень подмерзания тканей побегов у видов сирени в контролируемых условиях, балл

Очаг происхождения	Название вида	Ткани побегов			
		кора	камбий	древесина	сердцевина
Восточно-Азиатский	С. амурская	0,1:1,2:1,8:0,7	0,1:1,1:1,7:0,3	0,3:1,3:2,1:0,7	0,3:0,7:1,0:0,8
	С. пекинская	2,7:2,8:3,0:1,0	1,8:2,3:2,8:0,8	1,8:2,7:1,7:1,6	1,3:1,4:0,8:1,4
	С. пониклая	3,0:2,5:2,9:2,6	2,7:2,1:2,7:1,9	1,7:2,5:1,7:2,0	1,5:1,4:0,8:1,1
	С. Комарова	0,0:0,0:1,1:0,1	0,0:0,0:1,0:0,1	0,0:0,3:0,6:0,2	0,0:0,1:0,3:0,2
	С. волосистая	1,9:1,4:2,8:1,7	1,2:1,2:2,3:1,7	0,5:1,1:1,4:1,3	0,5:0,8:0,9:0,5
	С. бархатистая	0,2:0,1:1,5:0,2	0,1:0,0:1,5:0,0	0,2:1,1:1,0:0,2	0,4:0,4:0,8:0,4
	С. юннаньская	2,0:2,8:3,0:3,1	2,0:2,8:2,0:3,1	1,5:2,1:2,0:1,5	1,0:1,7:1,0:0,5
Балкано-Карпат-ский	С. обыкновенная	0,2:1,1:2,1:0,5	0,2:0,8:1,8:0,3	0,2:2,0:1,4:0,8	0,2:1,6:0,7:0,4
	С. венгерская	0,4:0,2:1,5:0,4	0,1:0,2:1,0:0,2	0,2:0,9:0,8:0,2	0,2:0,4:0,7:0,6
Гималай-ский	С. гималайская	1,2:0,1:1,6:0,5	0,6:0,0:1,6:0,1	0,6:1,3:1,5:0,9	0,6:0,5:0,7:0,5
Гибридное происхождение	С. Генри	0,6:0,1:0,8:0,2	0,5:0,0:0,8:0,1	0,5:0,9:0,9:0,3	0,6:0,2:1,2:0,4
	С. персидская	1,7:2,2:2,4:0,9	1,2:1,5:2,2:0,6	1,1:3,6:1,8:2,3	1,1:2,0:0,8:1,6
	С. персидская разрезнолистная	1,1:1,9:2,0:1,3	0,9:1,7:1,9:0,7	0,7:2,1:1,5:2,4	0,9:1,5:0,8:1,7
В среднем по видам:		1,2:1,3:2,0:1,0	0,9:1,1:1,8:0,8	0,7:1,7:1,4:1,1	0,7:1,0:0,8:0,8
НСР ₀₅		0,4:0,2:0,3:0,2	0,3:0,2:0,3:0,2	0,3:0,3:0,3:0,2	0,2:0,4:0,2:0,2
В среднем по видам и компонентам зимостойкости:		1,37	1,12	1,23	0,81
НСР ₀₅		0,22	0,21	0,18	0,18

Таблица 2. Степень подмерзания почек у видов сирени в контролируемых условиях, балл

Очаг происхождения	Название вида	Почки	
		вегетативные	генеративные
Восточно-Азиатский	С. амурская	0,9:3,3:3,1:1,5	1,5:3,6:3,5:2,0
	С. пекинская	4,3:3,5:3,9:1,7	4,5:3,8:4,4:2,0
	С. пониклая	2,9:2,9:3,5:2,9	4,0:4,0:4,0:3,2
	С. Комарова	0,2:0,1:1,9:0,8	1,0:0,6:2,6:1,7
	С. волосистая	2,7:2,9:3,3:2,2	3,5:3,3:3,5:2,8
	С. бархатистая	1,0:0,5:2,5:1,0	1,5:1,3:2,7:2,0
	С. юннаньская	3,5:3,3:3,9:3,5	4,5:4,5:4,5:3,7
Балкано-Карпатский	С. обыкновенная	0,7:1,2:2,2:1,0	1,3:1,7:2,7:1,7
	С. венгерская	0,4:0,5:1,9:0,8	1,1:0,9:2,6:1,5
Гималайский	С. гималайская	1,2:0,7:2,8:1,0	2,3:1,3:3,1:2,0
Гибридное происхождение	С. Генри	0,8:0,2:1,8:0,6	1,3:0,9:2,2:1,5
	С. персидская	1,8:2,8:3,5:1,6	2,5:4,0:4,0:2,5
	С. персидская разрезнолистная	1,6:2,8:3,0:1,7	2,3:3,6:3,5:1,9
В среднем по видам:		1,7:1,9:2,9:1,6	2,4:2,6:3,3:2,2
НСР ₀₅		0,3:0,3:0,2:0,2	0,2:0,2:0,1:0,1

Генеративные почки в среднем подмерзли сильнее, чем вегетативные. Более сильное подмерзание генеративных почек отмечено у С. пекинской в режиме промораживания по I и III компонентам зимостойкости (4,5 балла и 4,4 балла соответственно); у С. юннаньской – по I, II и III компонентам зимостойкости (по 4,5 балла). Подмерзание генеративных почек не выше 1,0 балла отмечено у С. Комарова по I и II компонентам зимостойкости; у С. венгерской и С. Генри – по II компоненту зимостойкости.

Подмерзание вегетативных почек более 3,0 баллов отмечено в режиме промораживания по I компоненту зимостойкости у С. пекинской; по II компоненту - у С. амурской, С. пекинской, С. юннаньской; по III компоненту - у С. амурской, С. пекинской, С. пониклой, С. волосистой, С. персидской. Меньшая степень подмерзания вегетативных почек (менее 1,0 балла) отмечена по I компоненту зимостойкости у С. амурской, С. Комарова, С. обыкновенной, С. венгерской, С. Генри; по II компоненту - у С. Комарова, С. бархатистой, С. венгерской, С. гималайской, С. Генри; по IV компоненту - у С. Комарова, С. венгерской, С. Генри.

На основании результатов исследований устойчивости видов сирени к низким температурам осенне-зимнего периода выявлено, что большинство из них в среднем по компонентам зимостойкости получили незначительные повреждения тканей и почек. Степень подмерзания тканей в среднем составила 1,13 балла; вегетативных почек - 2,01 балла, генеративных - 2,63 балла (таблица 3).

Таблица 3. Степень подмерзания тканей и почек побегов у видов сирени в контролируемых условиях, в среднем за 2007-2009 гг. (в баллах)

Очаг происхождения	Название вида	Ткани побегов	Почки	
			вегетативные	генеративные
Восточно-Азиатский	С. амурская	0,89	2,20	2,65
	С. пекинская	1,87	3,35	3,68
	С. пониклая	2,07	3,05	3,80
	С. Комарова	0,25	0,75	1,48
	С. волосистая	1,33	2,78	3,28
	С. бархатистая	0,51	1,25	1,88
	С. юннаньская	2,01	3,55	4,30
в среднем по очагу:		1,28	2,42	3,01
Балкано-Карпатский	С. обыкновенная	0,90	1,28	1,85
	С. венгерская	0,50	0,90	1,53
в среднем по очагу:		0,70	1,09	1,69
Гималайский	С. гималайская	0,77	1,43	2,18
в среднем по очагу:		0,77	1,43	2,18
Гибридное происхождение	С. Генри	0,51	0,85	1,48
	С. персидская	1,69	2,43	3,25
	С. персидская разрезнолистная	1,45	2,28	2,83
в среднем по группе видов гибридного происхождения:		1,22	1,85	2,52
В среднем по видам:		1,13	2,01	2,63
НСР ₀₅		0,16	0,24	0,24

В среднем меньшая устойчивость тканей отмечена у видов Восточно-Азиатского очага происхождения: С. пониклая (2,07 балла), С. юннаньская (2,01 балла). У остальных видов степень подмерзания тканей не превышала 2,0 баллов.

Степень подмерзания вегетативных почек в среднем по четырем компонентам зимостойкости у большинства видов сирени не превышала 3,0 баллов, за исключением С. пекинской (3,35 балла), С. пониклой (3,05 балла) и С. юннаньской (3,55 балла). Степень подмерзания генеративных почек более 3,0 баллов отмечена у видов сирени: С. пекинская, С. пониклая, С. волосистая, С. персидская; более 4,0 баллов - у С. юннаньской (4,30 балла).

По результатам исследования виды Балкано-Карпатского очага происхождения выделились среди изученных видов сирени большей устойчивостью тканей при промораживании по четырем компонентам зимостойкости (0,70 балла) и почек (степень подмерзания вегетативных почек - 1,09 балла, генеративных - 1,69 балла). Меньшую

устойчивость в среднем проявили виды Восточно-Азиатского происхождения: подмерзание тканей – 1,28 балла; вегетативных почек – 2,42 балла, генеративных – 3,01 балла.

Выводы

Результаты исследований искусственного промораживания позволили выделить по степени устойчивости тканей к комплексу повреждающих факторов осенне-зимнего периода следующие группы видов:

1) высокозимостойкие (подмерзание от 0,0 до 1,0 баллов) – С. амурская, С. Комарова, С. бархатистая, С. обыкновенная, С. венгерская, С. гималайская, С. Генри;

2) зимостойкие (подмерзание от 1,1 до 2,0 баллов) – С. пекинская, С. волосистая, С. юннаньская, С. персидская, С. персидская разрезнолистная;

3) среднезимостойкие (подмерзание от 2,1 до 3,0 баллов) – С. пониклая.

По устойчивости вегетативных почек выделены группы видов:

1) высокозимостойкие (подмерзание от 0,0 до 1,0 баллов) – С. Комарова, С. венгерская, С. Генри;

2) зимостойкие (подмерзание от 1,1 до 2,0 баллов) – С. бархатистая, С. обыкновенная, С. гималайская;

3) среднезимостойкие (подмерзание от 2,1 до 3,0 баллов) – С. амурская, С. волосистая, С. персидская, С. персидская разрезнолистная;

4) слабомзимостойкие (подмерзание от 3,1 до 4,0 баллов) – С. пекинская, С. пониклая, С. юннаньская.

По устойчивости генеративных почек выделены группы видов:

1) зимостойкие (подмерзание от 1,1 до 2,0 баллов) – С. Комарова, С. бархатистая, С. обыкновенная, С. венгерская, С. Генри;

2) среднезимостойкие (подмерзание от 2,1 до 3,0 баллов) – С. амурская, С. гималайская, С. персидская разрезнолистная;

3) слабомзимостойкие (подмерзание от 3,1 до 4,0 баллов) – С. пекинская, С. пониклая, С. волосистая, С. персидская;

4) незимостойкие (подмерзание от 4,1 до 5,0 баллов) – С. юннаньская.

Высокозимостойкие и зимостойкие виды сирени представляют интерес как источники устойчивости к комплексу повреждающих факторов осенне-зимнего периода, а также могут быть рекомендованы как перспективные генотипы для зеленого строительства в условиях Орловской области. К ним относятся следующие виды сирени – С. Комарова, С. бархатистая, С. обыкновенная, С. венгерская, С. Генри.

Список литературы:

1. Золотарева, Е.В. Оценка древесных интродуцентов в насаждениях общего пользования г. Орла / Е.В. Золотарева, О.Ю. Дубовицкая // Вестник строительства и архитектуры. – Орел: Картуш, 2010. – № 1. – С. 486-492.
2. Золотарева, Е.В. Видовой состав и состояние древесных интродуцентов в насаждениях г. Орла / Е.В. Золотарева, Е.Н. Самошкин // Лесной журнал. – 2012. – № 3. – С. 33-36.
3. Золотарева, Е.В. Оценка интродуцентов в насаждениях общего пользования Орловской области / Е.В. Золотарева, О.Ю. Дубовицкая // Вестник Орел ГАУ. – 2013. – № 2(41). – С. 40-45.
4. Горб, В.К. Сирени на Украине / В.К. Горб. – Киев: Наукова думка, 1989. – 160 с.
5. Иванова, З.Я. Сирень / З.Я. Иванова. – М.: Изд. Дом МСП, 2005. – 192 с.
6. Тюрина, М.М. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных культур / М.М. Тюрина, Г.А. Гоголева. – М.: ВАСХНИЛ, 1978. – 48 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 352 с.

УДК: 633.111: 631.90

ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СОРТОИСПЫТАНИИ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Петров Л.К., кандидат сельскохозяйственных наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
607686, Нижегородская область, Кстовский район, пос. Селекция, Россия
E-mail: nnovniish@rambler.ru*

В статье представлены результаты агроэкологического испытания коллекции сортов озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения на светло-серых лесных почвах Нижегородской области. Проведена оценка десяти сортов озимой пшеницы для выделения из них наиболее адаптированных к условиям изучаемого региона, сочетающих высокую потенциальную устойчивость к действию факторов внешней среды, в том числе и к болезням, с высоким качеством зерна и обладающим комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Ключевые слова: *озимая пшеница, сорта, распространение и развитие болезней, снежная плесень, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз.*

The article presents the results of the agroecological test collection of winter wheat varieties of different ecological and geographical origin on a light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region. Evaluation of ten varieties of winter wheat to allocate from them the most adapted to the conditions of the study region, combining high potential resistance to the action of environmental factors, including to diseases, high grain quality and possessing a complex of economic-valuable traits.

Key words: *winter wheat, varieties, distribution and development of diseases, pink snow mold, powdery mildew, brown rust, septoria.*

Введение

В настоящее время сложилась напряженная фитосанитарная ситуация на посевах зерновых культур, в том числе озимой пшеницы в стране в целом и в Нижегородской области в частности. Наибольшее распространение и опасность среди комплекса болезней различной этиологии представляют на озимой пшенице: снежная плесень, корневые гнили, склеротинии, разные виды ржавчин и микоза колоса (фузариоз, спорынья, головня), септориоз листьев и колоса, бурая листовая ржавчина, мучнистая роса и т. д.

Целый комплекс факторов способствовал ухудшению фитосанитарного состояния посевов. Потепление и повышение влажности климата способствовало постепенной миграции более теплолюбивых фитопатогенов и насекомых-вредителей во все районы страны, происходит расширение и изменение их трофических связей. Негативным является повсеместное, без учета многих факторов, увлечение минимальными способами обработки почвы и применение комбинированных агрегатов. Например, обработка запыренных участков земли мощными дисковыми агрегатами приводит к усиленному размножению сорняка, который является важным источником сохранения и накопления многих видов вирусов и возбудителей болезней. Огромной проблемой являются запущенные и зарастающие сельскохозяйственные угодья, количество которых увеличивается с каждым годом. Фитосанитарную обстановку значительно ухудшают также короткоротационные севообороты с большим насыщением зерновыми культурами. Следует полагать, что за одну, две ротации таких севооборотов видимых изменений в патогенных комплексах и не произойдет, но далее фитосанитарная напряженность будет, безусловно, возрастать. Большим недостатком является также отсутствие возделываемых в производстве максимально устойчивых к болезням и вредителям сортов зерновых культур

[3, 5].

Целью наших исследований являлось изучение сортов озимой пшеницы различного происхождения, для выделения адаптированных к условиям Нижегородской области, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к действию факторов внешней среды (устойчивых к основным болезням) с высоким качеством зерна и обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2012-2015 гг. в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методическими рекомендациями по экологическому испытанию зерновых культур на опытном поле ФГБНУ «Нижегородский НИИСХ» [1, 2]. Почва опытного участка – светло-серая лесная, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Обеспеченность пахотного слоя почвы подвижными формами фосфора – (221-271 мг/кг почвы), обменного калия – (89-206 мг/кг почвы), содержание гумуса 1,36-1,67%, pH 4,2-5,5. Предшественники — чистый пар, многолетние бобовые и злаковые травы. Предпосевная обработка почвы включала внесение удобрений (нитроаммофоска) в количестве 4 ц/га в физическом весе разбросным способом и предпосевную культивацию на глубину 4-5 см культиватором КПС-4,2. Посев проводили сеялкой СКС-6-10, глубина заделки – семян 4-6 см. Норма высева – 6 млн всхожих семян озимой пшеницы на гектар. Семена перед посевом не протравливали в целях наиболее полной оценки влияния экологических факторов на изучаемые сорта. Уход за посевами включал весеннюю подкормку аммиачной селитрой в дозе 2 ц/га, обработку гербицидами, оформление опыта и прополку. Уборку проводили поделочно при полной спелости зерна прямым способом комбайном «Samro 130».

Результаты

Установлено, что в период эпифитотий потери урожая от повреждения болезнями могут достигать 30% и более. Несмотря на разнообразие химических препаратов в борьбе с ними, необходимы селекционные образцы, устойчивые к вредителям. Трудности в достижении успехов обусловлены тем, что устойчивость сорта в процессе производства быстро утрачивается из-за постоянной эволюции патогенов [3, 4, 5].

Анализ фитосанитарной обстановки на посевах озимой пшеницы, проведенный после схода снега, показал, что патогенный комплекс болезней выпревания представлен снежной плесенью (табл. 1). Условия перезимовки в годы исследований были удовлетворительными, и средний балл составил 7,4. По вариантам опыта он изменялся от 6,3 балла у сорта Инна до 8,4 балла у сорта Немчиновская 57. Условия перезимовки способствовали существенному развитию снежной плесени и, как следствие, значительному изреживанию растений на делянках опыта. Значительные различия между сортами по пораженности анализируемой болезнью отсутствовали, однако в несколько лучшем состоянии был сорт Немчиновская 57 (1,89 балла), а в худшем – сорта Поэма, Галина, Инна – соответственно 2,93; 2,67; 2,54 балла.

Обследование растений на устойчивость к листовым болезням свидетельствует о том, что наибольшее распространение и развитие получили такие болезни, как мучнистая роса, бурая ржавчина и септориоз. Максимальную устойчивость к мучнистой росе проявили сорта Московская 40 и Немчиновская 57 – 1,2 и 1,1%, при том, что среднее распространение этой болезни составляло 62,3%. Наиболее сильно поражались мучнистой росой сорта Немчиновская 24 и Памяти Федина – 15,5 и 7,4%.

Высокую устойчивость к бурой ржавчине проявили сорта Немчиновская 24 и Немчиновская 17 – 1,1 и 2,0%, а максимальное проявление болезни отмечено у сортов Памяти Федина, Галина, Московская 39 — соответственно 24,5; 10,7; 10,2%. Распространение болезни по вариантам опыта составляло от 6,5% (сорт Немчиновская 24) до 93,2% (сорт Памяти Федина).

Таблица 1. Перезимовка и пораженность болезнями сортов озимой пшеницы, 2012-2015 гг.

Сорт	Перезимовка, балл *	Снежная плесень, балл**	Распространение/развитие, %		
			мучнистая роса	бурая ржавчина	септориоз
Московская 39 (St)	7,8	2,20	67,0/3,9	77,1/10,2	61,7/5,9
Памяти Федина	7,4	2,16	69,5/7,4	93,2/24,5	78,0/8,8
Немчиновская 24	7,3	2,13	85,5/15,5	6,5/1,1	43,0/2,2
Немчиновская 17	8,1	2,17	85,3/3,7	18,0/2,0	69,3/4,9
Немчиновская 57	8,4	1,89	42,8/1,2	71,7/5,2	69,0/6,0
Московская 40	8,1	2,04	37,5/1,1	73,5/5,4	54,3/2,6
Галина	7,0	2,67	53,0/1,8	79,3/10,7	73,3/8,9
Поэма	6,4	2,93	70,3/2,9	55,2/4,1	69,0/5,0
Инна	6,3	2,54	61,8/2,7	76,5/7,9	70,0/6,0
Московская 56	7,5	2,33	50,5/1,5	73,8/6,8	60,0/5,3

Примечание: * - оценка по 10-балльной шкале; ** - оценка по 4-балльной шкале

Максимальная устойчивость к септориозу отмечена у сорта Московская 40, Немчиновская 24 – 2,2-2,6%, и на других сортах он развивался слабо – от 4,9 до 8,9%. Максимальное проявление септориоза наблюдалось на сорте Галина – 8,9%. При этом степень распространения болезни по вариантам опыта была значительной и изменялась от 43,0% у сорта Немчиновская 24 до 78,0% у сорта Памяти Федина, а в среднем составляла 64,8%.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что максимальную устойчивость к большинству изучаемых болезней (снежная плесень, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз) проявили сорта озимой пшеницы Немчиновская 57 и Московская 40.

Список литературы:

1. Шешегова, Т.К. Методы селекции зерновых культур на устойчивость к болезням в Северо-Восточном селекцентре / Т.К. Шешегова // Методы и технологии в селекции растений. – Киров: ГНУ НИИСХ Северо-Востока, 2014. – 244 с.
2. Фитосанитарная диагностика / А.Ф. Ченкин, В.А. Захаренко, Г.С. Белозерова и др. – М.: Колос, 1994. – 323с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 269 с.
4. Методические рекомендации по экологическому испытанию сельскохозяйственных культур на примере зерновых / Г.А. Баталова, Т.К. Шешегова, В.А.Стариков. – Киров: ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, 2013. – 31 с.
5. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений). Рекомендации. – М.: Россельхозиздат, 2002. – 140 с.

УДК 633.112.1:633.111.1:631

ПОТРЕБНОСТЬ В ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ТВЕРДОЙ И МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Попов А. С., кандидат сельскохозяйственных наук,
Овсянникова Г.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Янковский Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук,
Сухарев А.А., кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур» имени И.Г. Калиненко,
347740, г. Зерноград, Россия
E-mail: vniizk30@mail.ru

Правильный выбор предшественника при возделывании озимой пшеницы обеспечивает стабильный и высокий урожай зерна. По предшественнику черный пар озимая пшеница формирует наибольшую урожайность: мягкая – 5,49 и твердая – 4,63 т/га. Из непаровых предшественников максимальная урожайность получена по гороху на зерно 5,04 и 3,91 т/га соответственно. Для формирования единицы урожая зерна твердой озимой пшенице по сравнению с мягкой озимой пшеницей необходимо больше влаги: по черному пару – на 13,2 мм, а по непаровым предшественникам – от 19,1 до 26,7 мм.

Ключевые слова: твердая озимая пшеница, мягкая озимая пшеница, влагообеспеченность, урожайность, водопотребление.

The correct selection of the predecessor in the cultivation of winter wheat provides a stable and high grain yield. Winter wheat on the predecessor black pairs generates the highest yield: a soft 5,49 t/ha and durum 4,63 t/ha. neparovyh predecessors Of the maximum yield was obtained in the pea for grain 5.04 and of 3.91 t/ha, respectively. To form the unit grain yield of winter hard wheat compared with soft winter wheat needs more moisture: a black pair of 13.2 mm and neparovyh predecessor – from to 19.1 to 26.7 mm.

Key words: hard winter wheat, soft winter wheat, moisture availability, yield, water Consumption.

Введение

Урожайность озимой пшеницы зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются температурный режим, питательные вещества и условия увлажнения. Для растений эти факторы равнозначны и незаменимы.

Влагообеспеченность растений имеет первостепенное значение для формирования стабильного и высокого урожая озимой пшеницы в засушливых условиях южной зоны Ростовской области [1].

Для твердой озимой пшеницы количество влаги в почве при посеве более важно, чем для мягкой озимой пшеницы, так как зерно твердой пшеницы характеризуется большей стекловидностью и для набухания семян требуется на 15-20% больше количество влаги. Правильный подбор элементов технологии выращивания твердой и мягкой озимой пшеницы обеспечивает благоприятные условия увлажнения для развития растений. Одним из определяющих элементов возделывания является предшественник [2].

Основным фактором, влияющим на величину урожая в южной зоне Ростовской области, является влагообеспеченность растений в период вегетации, которая зависит от количества выпадающих осадков [3].

Накопление, сохранение и эффективное использование влаги были и остаются актуальными при возделывании озимой пшеницы. В связи с этим нами была изучена влагообеспеченность твердой и мягкой озимой пшеницы при возделывании ее по различным предшественникам.

Методы и материалы

Полевые опыты проводили по общепринятым методикам [4] в 2011-2013 гг. на опытном поле ФГБНУ ВНИИЗК имени И.Г. Калининко. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный, обладающий значительной порозностью, аэрацией, газообменом, водопроницаемостью и влагоемкостью.

Технология возделываемых культур соответствовала зональным системам земледелия для южной зоны Ростовской области.

Изучали четыре предшественника для твердой и мягкой озимой пшеницы: черный пар; горох на зерно; кукуруза на силос; озимая пшеница. Норма высева – 5 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Результаты

Исследования по изучению динамики водного режима почвы при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам показали преимущество черного пара над непаровыми предшественниками в накоплении продуктивной влаги. Благодаря большему накоплению продуктивной влаги в почве по этому предшественнику обеспечивается лучший водный режим растений озимой пшеницы. Особенно важно отметить, что лишь по черному пару в почве в большинстве лет складываются благоприятные условия влагообеспеченности к моменту посева, там накапливается достаточное количество продуктивной влаги в посевном слое почвы для получения дружных и равномерных всходов. По непаровым предшественникам всходы появлялись только после выпадения осадков [5].

Благоприятные условия обеспечения влагой растений по предшественнику черный пар способствовали формированию большей урожайности озимой пшеницы, чем по непаровым предшественникам.

В среднем за годы изучения урожайность зерна твердой озимой пшеницы по этому предшественнику составила 4,63 т/га (табл. 1).

Таблица 1. Влияние различных предшественников на урожайность и расход влаги озимой пшеницей, 2011-2013 гг.

Предшественник	Урожайность, т/га		Расход влаги за вегетацию, мм	Расход влаги на 1 т зерна, мм	
	сорт Курант твердая	сорт Аскет мягкая		сорт Курант	сорт Аскет
Озимая пшеница	2,38	2,96	324,6	136,4	109,7
Кукуруза на силос	3,46	4,54	311,5	90,0	68,6
Горох на зерно	3,91	5,04	334,1	85,4	66,3
Черный пар	4,63	5,49	389,4	84,1	70,9
НСР ₀₅	0,18	0,24	-	-	-

Снижение урожайности по непаровым предшественникам составило от 15,6 до 48,6%. Урожайность твердой озимой пшеницы по предшественнику кукуруза на силос и горох составила 3,46 и 3,91 т/га, а по предшественнику озимая пшеница была самой низкой – 2,38 т/га.

Урожайности зерна мягкой озимой пшеницы был выше, чем у твердой озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам. Наибольшую урожайность мягкая озимая пшеница сформировала по предшественнику черный пар – 5,49 т/га. Также, как и у твердой пшеницы, наименьшая урожайность была получена по предшественнику озимая пшеница – 2,96 т/га. По предшественникам кукуруза на силос и горох урожайность составила 4,54 и 5,04 т/га соответственно.

Расход влаги в течение вегетации озимой пшеницы по предшественнику черный пар составил в среднем 389,4 мм, что больше на 55,3-77,9 мм, чем по непаровым предшественникам. Однако суммарный расход влаги твердой (136,4 мм) и мягкой (109,7 мм) озимой пшеницей на тонну собранного урожая зерна был наибольшим по предшественнику озимая пшеница.

У твердой озимой пшеницы расход влаги на единицу урожая зерна по предшественнику черный пар (84,1 мм/т) был меньше на 38%, чем по предшественнику озимая пшеница, и на 7% – по предшественнику кукуруза на силос, а по предшественнику горох на зерно находится на одном уровне. Расход влаги мягкой озимой пшеницей на тонну собранного урожая зерна по предшественнику черный пар, кукуруза на силос и горох был практически на одном уровне – 70,9 мм, 68,6 мм и 66,3 мм, что на 35%, 37% и 40% меньше, чем после озимой пшеницы соответственно.

Для формирования единицы урожая зерна твердой озимой пшенице по сравнению с мягкой озимой пшеницей необходимо больше влаги: по черному пару – на 13,2 мм, а по непаровым предшественникам – от 19,1 до 26,7 мм.

Выводы

1. В зоне неустойчивого увлажнения юга Ростовской области лучшими предшествующими культурами для озимой пшеницы являются черный пар и горох на зерно, которые позволяет получать стабильный и высокий урожай (твердая озимая пшеница – 4,63 и 3,91 т/га; мягкая озимая пшеница – 5,49 и 5,04 т/га).
2. Наименьший расход влаги на формирование тонны зерна озимой пшеницы установлен по предшественникам черный пар (70,9-84,1 мм/т) и горох на зерно (66,3-85,4 мм/т), а наибольший – по таким предшественникам, как озимая пшеница (109,7-136,4 мм/т) и кукуруза на силос (68,6-90,0 мм/т).
3. Для формирования тонны зерна твердой озимой пшенице по сравнению с мягкой озимой пшеницей необходимо больше влаги: по черному пару – на 13,2 мм, а по непаровым предшественникам – от 19,1 до 26,7 мм.

Список литературы:

1. Янковский, Н.Г. Влияние водного режима почвы на урожайность твердой озимой пшеницы в зависимости от предшественников / Н.Г. Янковский, А.С. Попов, Е.Д. Кривошеева, М.Е. Кравченко // Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию заслуженного деятеля науки России, доктора с.-х. наук, профессора В.А. Алабушева 17-18 февраля 2011 года. – Пос. Персиановский.: типография Донского аграрного университета, 2011. – С. 140-143.
2. Самофалова, Н.Е. Твердая (тургидная) озимая пшеница в ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство) / Н.Е. Самофалова, А.С. Попов, Н.П. Иличкина, О.А. Дубинина, Т.Г. Дерова // Научно-практические рекомендации. – Ростов-на-Дону. – 2012. – 80 с.
3. Попов, А.С. Роль предшественников и погодных условий во влагообеспеченности твердой озимой пшеницы / А.С. Попов, Г.В. Овсянникова, Н.Е. Самофалова, Е.Д. Кривошеева // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 5 (41). – С. 46-50.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Алабушев, А.В. Расход влаги при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам в южной зоне Ростовской области / А.В. Алабушев, Н.Г. Янковский, Г.В. Овсянникова, А.С. Попов, А.А. Сухарев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока – 2015. – № 5(48). – Стр.4-8.

УДК 633.18:632.488.42:575

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО РАЗНОНАПРАВЛЕННОГО ОТБОРА ПО ПРОДУКТИВНОСТИ МЕТЕЛКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ РИСА

Попов С. С., аспирант, Костылев П. И., доктор сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский
научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калининко»,
347740, г. Зерноград, Ростовская область, Россия
E-mail: selekzioner2012@mail.ru

Из двух расщепляющихся гибридных популяций риса Ил.14 x Кубояр и Ил.28 x Кубояр в течение 2012-2015 гг. проводили разнонаправленный отбор метелок с малым, средним и большим количеством зерен в них. Установлена различная реакция на отбор гибридных поколений по урожайности. Наименьшая урожайность формировалась при посеве зерна из мелких метелок, промежуточная – из средних и наибольшая – из крупных. С каждым последующим поколением ответ на отбор снижался.

Ключевые слова: рис, селекция, реакция на отбор, зерновка, метелка, урожайность.

Of the two populations of hybrid rice fissile Il.14 x Kuboyar and Il.28 x Kuboyar during 2012-2015. conducted multidirectional selection panicles with low, medium and high number of grains in them. Established a different reaction to the selection of hybrid generations for yield. The lowest yield was formed by plating grain panicles of small, intermediate – from the middle and largest – of the major. With each successive generation of response to selection decreased.

Key words: rice, breeding, response to selection, grains, panicle, yield.

Введение

Рис является важнейшей сельскохозяйственной культурой в мире. Для повышения его производства необходимо создание более продуктивных сортов, так как площади земли ограничены. Селекционная работа должна опираться на закономерности наследования количественных признаков, являющихся компонентами структуры урожая.

Урожайность зерна является комплексным признаком и результатом взаимодействия многих переменных величин из-за различных ассоциаций генов, которые имеются в разных популяциях и могут привести к совершенно различным взаимоотношениям. Она также в значительной степени зависит от условий окружающей среды. Кроме того, взаимодействие генотипа и окружающей среды снижает эффективность отбора в ранних поколениях [1, 2].

Урожай зерна контролируется локусами количественных признаков (QTL) у многих культурных растений. В исследовании Zhang и др. (2009) с использованием рекомбинантных инбредных линий были определены четыре локуса количественных признаков, которые контролируют число колосков в метелке [3].

Huang и др. (2009) сообщали о локусе количественного признака, контролирующего высокую урожайность зерна риса, в зависимости от архитектуры метелки. Доминантный аллель в локусе DEP1 способствует повышению активности меристемы, что приводит к увеличению компактности метелки и числа зерен в ней и, как следствие, к увеличению урожая зерна. Этот аллель является общим для многих китайских высокоурожайных сортов риса и, вероятно, представляет собой относительно недавнее введение в пул генов культивируемого риса [4].

Основным методом селекции является отбор. Известны различные типы отбора, одними из которых являются стабилизирующий и дизруптивный. Стабилизирующий отбор направлен на поддержание и повышение устойчивости реализации в популяции среднего значения признака или свойства. Дизруптивным называется отбор, благоприятствующий более чем одному фенотипу и действующий против средних промежуточных форм [5].

Улучшение сельскохозяйственных культур достигается различными методами селекции и зависит от изменчивости, доступной для отбора [6]. Значительная генетическая изменчивость может быть создана путем скрещивания двух специально выбранных родительских форм. Varman, Borah, (2012) установили, что эффект отбора зависит от различных факторов, таких, как интенсивность отбора, доступность генетической изменчивости, ее генетическая связь с другими сцепленными признаками и методология селекции. Коэффициенты регрессии между поколениями $F_2 - F_3$ и $F_3 - F_4$ были значимыми для всех признаков. Отбор по высоте растений, количеству метелок на растении и числу дней до 50% цветения может быть сделан в ранних расщепляющихся поколениях. Урожай зерна на растении и плотность зерна на метелке эффективны для отбора в поздних поколениях [7].

Kumar M. и др. (2009) при отборе потенциально продуктивных генотипов риса в ранних поколениях рекомендуют обращать внимание на количество колосков с главной метелки и массу 100 зерен, а также на повышенную массу побега, его стебля и метелки в фазе цветения, используя их в качестве критериев отбора в ранних поколениях у риса [8].

В работе М.Ш. Аллама (1981) проведено сравнительное изучение модификационного, генотипического и общего варьирования важнейших количественных признаков и их взаимосвязей в модельных и гибридных популяциях. Показано, что в тех районах, где рис в производственных условиях кустится слабо, он формирует значительную долю урожая за счет главной метелки. Целесообразно проводить отбор по массе зерна с главной метелки, а не с растения в целом, поскольку уровень модификационной изменчивости первого признака ниже, чем второго, что дает возможность селекционеру легче идентифицировать нужный ему генотип по фенотипу и позволяет прогнозировать пути повышения эффективности отбора по отдельным признакам [9].

Большие экологические различия могут привести к снижению зависимости урожайности потомства от таковой родителей [10]. Таким образом, прямой отбор для улучшения урожая зерна в расщепляющейся популяции может быть неэффективным. Корреляции и регрессии «родители-потомки» между двумя поколениями показывают меньшую восприимчивость к воздействию окружающей среды и являются очень полезными для отбора в расщепляющейся популяции для создания новых, более совершенных, генотипов.

В нашей стране такие исследования по рису почти не проводились. Во ВНИИ риса была выявлена прямая тесная связь урожайности сортов на оптимальном фоне питания с величиной коэффициента хозяйственной годности и количеством зерен на 1 м². Эти два признака являются наиболее важными при оценке селекционных образцов на продуктивность и при разработке физиологической модели генотипа риса [11].

Цель исследований

Изучить влияние **дизруптивного и стабилизирующего** отбора по количеству зерен с метелки риса в двух разных расщепляющихся популяциях, начиная с F_2 , на урожайность последующих поколений F_3 - F_5 .

Материал и методика

Материалом служили гибриды F_2 - F_5 от скрещивания высокопродуктивного среднеспелого сорта Кубояр с образцами Ил.14 и Ил.28, которые являются донорами трех генов устойчивости к пирикулярриозу (Pi-1, Pi-2, Pi-33). Эксперимент проводился в течение 2012-2015 гг. в ФГУП «Пролетарское» Ростовской области. Культивирование растений проводили согласно Руководству по технологии выращивания риса [12]. Все гибридные поколения высевали вручную на 1-рядковых делянках площадью 1 м². Отбор по числу зерен с одной метелки проводили параллельно в двух гибридных расщепляющихся популяциях F_2 - F_5 по трем направлениям [13]. Для выращивания в следующем поколении F_3 из гибридной популяции F_2 в 2012 году было отобрано по три группы рекомбинантных растений со слабоозерненными (М - 25-40 зерен), среднеозерненными (С - 90-110 зерен) и хорошо озерненными (К - 180-240 зерен) метелками (рис. 1). В каждой группе

комплектовали по 15 делянок, высевая на них одинаковое количество семян.

Метелки с наибольшим количеством зерен относили к линии К, и их семена использовали для посева следующего поколения. Аналогичным образом метелки с самым малым количеством зерен использовали для каждого нового поколения линии М, а со средним – линии С. Аналогично из делянок F_3 были отобраны три группы растений для посева в 2014 году поколения F_4 , а в 2015 году – поколения F_5 . При этом из группы М отбирали самые малоозерненные, из группы С – среднеозерненные, а из группы К – хорошо озерненные метелки. Рядом высевали делянки двух материнских форм (Ил.14 и Ил.28) и одной отцовской (Кубояр). В качестве стандарта выступал сорт Кубояр. Варианты отбора каждого гибрида сравнивали друг с другом и со стандартом по урожайности и элементам ее структуры. Уборку проводили ручным способом, с использованием серпа, которым подрезали растения с делянки на уровне почвы и связывали в снопы. Далее в лабораторных условиях после промеров удаляли листостебельную массу, формируя одинаковую длину ножки метелки.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы Excel пакета Microsoft Office.

Результаты

Реакция на отбор по количеству зерен с метелки в обеих гибридных комбинациях оказалась различной. В то же время оба гибрида имели сходные ответы на различные направления отбора.

Рисунок 1 демонстрирует урожайность вариантов обеих гибридных комбинаций и их родительских форм. Гибрид Ил. 14 x Кубояр показал наименьшую урожайность 436 г/м^2 в варианте отбора мелких метелок. Вариант «средняя метелка» показал урожайность 622 г/м^2 . Посев семян из крупных метелок сформировал наибольшую урожайность, составившую в среднем 792 г/м^2 , превысив варианты с мелкой и средней метелкой на 356 и 170 г/м^2 , соответственно.

В комбинации Ил.28 x Кубояр наибольшую урожайность при ручном посеве сформировал вариант «большая метелка». Она составила 1031 г/м^2 , превысив ближайший лучший сорт Кубояр на 55 г/м^2 . Варианты с мелкой и средней метелкой имели сходную урожайность, которая была в среднем 967 г/м^2 , на уровне продуктивности стандарта Кубояр.

Сезон 2014 года по климатическим условиям оказался менее благоприятным для выращивания риса, чем предыдущего 2013 года, что отразилось на сокращении продуктивности его в целом у родителей и гибридов (рис. 2). В то же время закономерности распределения урожайности по вариантам отбора сохранились для обеих комбинаций.

Для гибрида Ил.14 x Кубояр наименьшая урожайность сформировалась вариантом с мелкой метелкой, составив 443 г/м^2 . Вариант со средней метелкой показал урожайность 609 г/м^2 . Наибольший выход зерна с делянки, 766 г/м^2 , был у варианта с крупной метелкой. Делянки от посева крупных метелок были продуктивнее мелких и средних метелок на 323 и 157 г/м^2 соответственно.

Как и в предыдущем году, распределение вариантов по урожайности в 2014 году у гибрида Ил.28 x Кубояр было менее выраженным, но информативным. Максимальная урожайность (547 г/м^2) формировалась у варианта «крупная метелка», на втором месте – «средняя метелка» (443 г/м^2) и на третьем – «мелкая метелка» (415 г/м^2).

Наиболее благоприятным годом за все время исследований оказался 2015 г. (рис. 3). Средняя урожайность всех вариантов отбора гибридов и родителей в этом сезоне была наибольшей в сравнении с предыдущими годами. Но это не отразилось на установившейся закономерности распределения продуктивности по вариантам опыта.

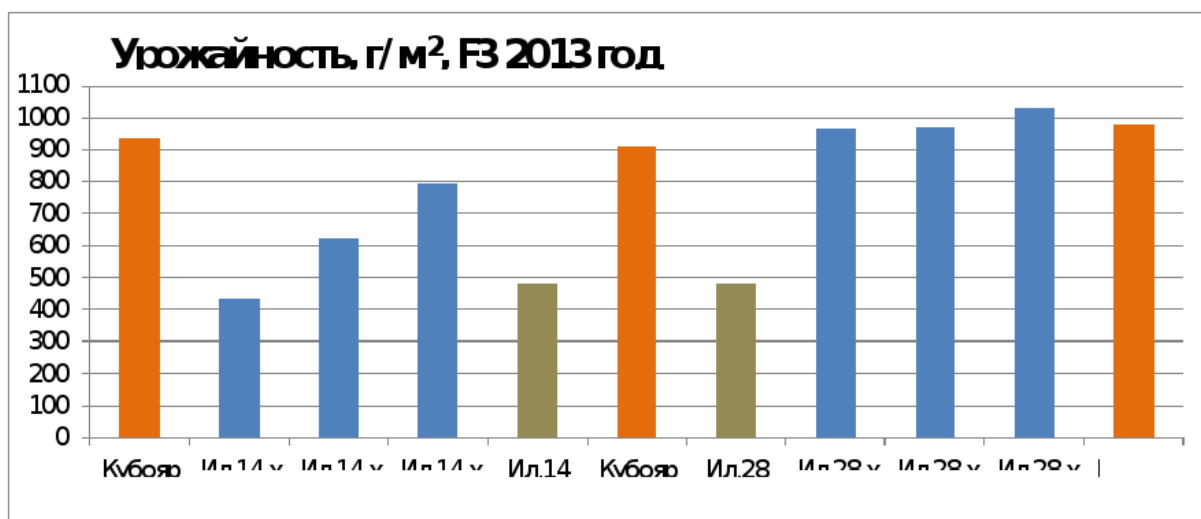


Рисунок 1. Урожайность гибридов F₃ риса в ручном посеве, 2013 г.

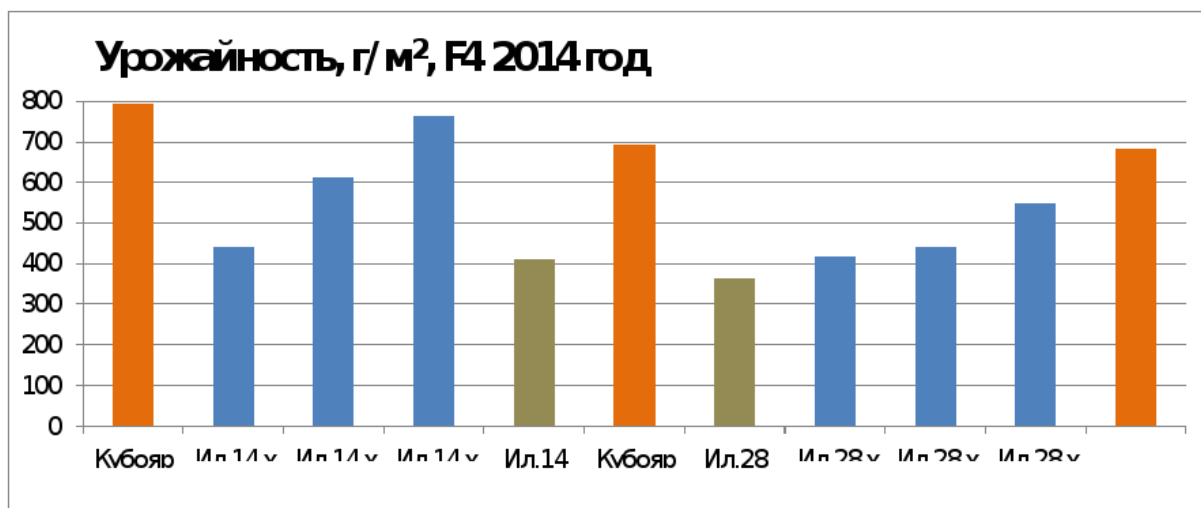


Рисунок 2. Урожайность гибридов F₄ риса, 2014 г.

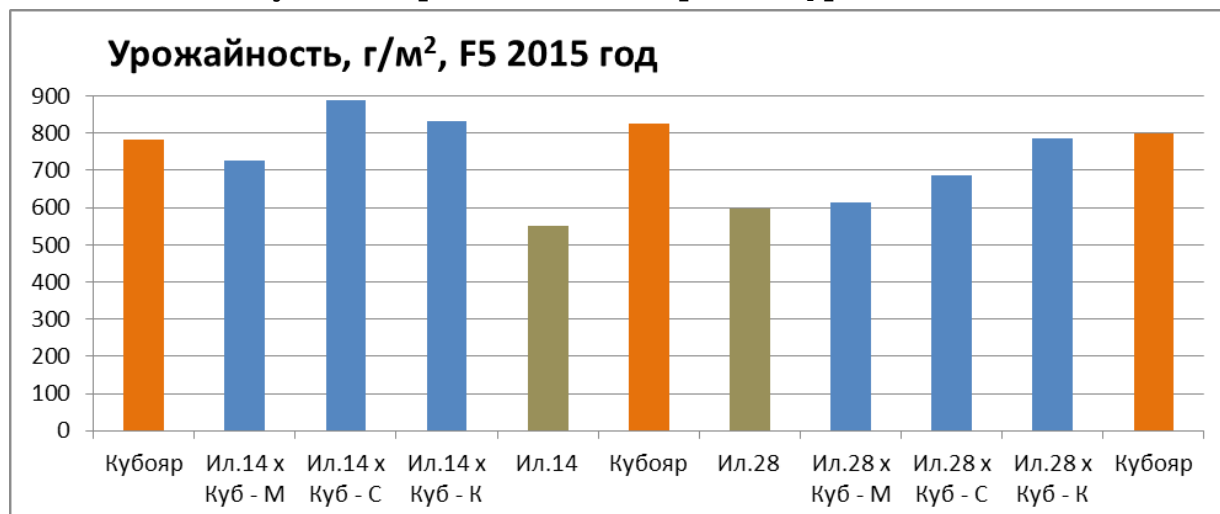


Рисунок 3. Урожайность гибридов F₅ риса, 2015 г.

Для первой комбинации варианты отбора показали урожайности: мелкие – 727 г/м², средние – 890 г/м², крупные – 832 г/м². В отличие от предыдущих годов, средние метелки оказались продуктивнее крупных. Нарушенная закономерность может быть следствием ошибки опыта, так как выборка из 15 делянок – не очень большая.

Для второй комбинации закономерность прошлых лет сохранилась: делянки из мелких метелок дали урожайность 614 г/м², средних – 686 г/м² и крупных – 786 г/м². Только вариант «крупная метелка» у гибрида Ил.28 х Кубояр смог приблизиться к лучшему родителю Кубояру, показавшему результат 799 г/м².

Таким образом, прослеживается четкая зависимость урожайности следующего поколения гибридов от размеров метелок предыдущего поколения. Данная зависимость может свидетельствовать о том, что в расщепляющихся популяциях изучаемых гибридов размер метелки в большей степени контролируется генетическими факторами, нежели средовой изменчивостью.

Выводы

1. При разнонаправленном отборе из двух гибридных популяций риса F₂ – F₅ метелок с низкой, средней и высокой озерненностью метелок установлена различная реакция поколений по урожайности.
2. Гибриды третьего-пятого поколений показали наименьшую урожайность при посеве зерна из малоозерненных метелок, промежуточную – из средних и наибольшую – из хорошо озерненных.
3. При создании урожайных сортов риса рекомендуется отбирать более крупные метелки с учетом одинаковой густоты продуктивного стеблестоя.

Список литературы:

1. Whan, B.R. The relation between wheat lines derived from F₂, F₃, F₄ and F₅ generations for grain yield and harvest index / B.R. Whan, A.J. Rathjen, R. Night // Euphytica. – 1981. – 30. – P. 419-430.
2. Rahman, M.A. Evaluation of early generation testing in chickpea / M.A. Rahman, and P.N. Bahl // Plant Breeding. – 1986. – P. 82-85.
3. Zhang, Y. Four rice QTL controlling number of spikelets per panicle expressed the characteristics of single Mendelian gene in near isogenic backgrounds / Y. Zhang, L. Luo, T. Liu, C. Xu, Y. Xing // Theor. Appl. Genet. – 2009. – 118. – P.1035-1044.
4. Huang, X. Natural variation at the DEP1 locus enhances grain yield in rice / X. Huang, Q. Qian, Zh. Liu, H. Sun, Sh. He, D. Luo, X.G. Guangmin, Ch. Chu, L.J. Jiayang, X. Fu / Nature Genetics. – 2009. – V. 41. – № 4. – P. 493-497.
5. Яблоков, А.В. Эволюционное учение / А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов // Учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов. – 2006. – 331 с.
6. Malieshappa, C. Studies on selection response for yield and its impact on other characters in F₃ and F₄ generation of safflower / C. Malieshappa, S.S. Patil, R. Parameshwarappa // Karnataka J of Agric. Sci. –1988. – 1. – P. 8-12.
7. Barman, D. Effect of selection response on F₃ and F₄ generation for yield and yield component characters in mutant rice strain (*Oryza sativa* L.) / D. Barman, S.P. Borah // APCBEE Procedia 4, 2012. – P. 183-187.
8. Kumar, M. Selection criteria for high yielding genotypes in early generations of rice / M. Kumar, P.R. Sharma, N. Krakash [et al.] // SAARC Journal of Agriculture, 2009. – Vol. 7. – N. 2. – P. 37-42.
9. Аллам, М.Ш. Прогнозирование эффективности отбора у риса по количественным признакам на основе сопоставления их генетического и модификационного варьирования: Автореф. дис...канд. с.-х. наук / М.Ш. Аллам. – М., 1981. – 17 с.
10. Bartley, B.G. Heritable and nonheritable relationships and variability / B.G. Bartley, C.R.

Weber // Agronomy J. - 1952. - 44. - Р. 487-493.

11. Скаженник, М.А. Фотосинтетические и продукционные процессы у новых сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев, Т.С. Пшеницына // Аграрный вестник Юго-Востока. - 2010. - № 3-4 (6-7). С.20-23.
12. Костылев, П.И. Руководство по технологии выращивания риса / П.И. Костылев, В.И. Степовой, В.В. Бредихин, Р.Ю. Сластухин // Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2008. - 48 с.
13. Костылев, П.И. Реакция на отбор по массе зерна с метелки в ранних поколениях гибридов риса на урожайность следующих / П.И. Костылев, С.С. Попов / Сборник: Инновации в технологиях возделывания с.-х. культур, материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский. - Ростов-на-Дону: Дон ГАУ, 2015. - С. 167-172.

УДК: 575.1:633.18

НАСЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У РИСА В ПОПУЛЯЦИИ F_2 I NPARA-3×НОВАТОР

Редькин А.А., кандидат сельскохозяйственных наук,

Костылев П.И., доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени
И.Г. Калининко»,

347740, г. Зерноград, Россия

E-mail: don-rice@mail.ru

В статье представлены результаты генетического анализа признаков: высота растений, длина метелки, число колосков, размеры колоска и масса 1000 зерен у гибрида от скрещивания форм, относящихся к разным подвидам риса: Inpara-3 (*indica*) и Новатор (*japonica*). Определены типы наследования и число генов, участвующих в детерминации изучаемых количественных признаков. Из F_2 выделены формы, сочетающие низкорослость растений с длинной озерненной метелкой.

Ключевые слова: рис, генетический анализ, количественные признаки, наследование.

The article presents the results of the analysis of the genetic traits: plant height, panicle length, number of spikelets, spikelets dimensions and weight of 1000 grains of the hybrid by crossing forms belonging to different subspecies of rice: Inpara-3 (*indica*) and Novator (*japonica*). Defined inheritance type and number of genes involved in the determination of quantitative trait data. From the F_2 isolated form, combining low-growing plants with long, large brush, carrying a lot of grain.

Key words: rice, genetic analysis, quantitative traits, inheritance.

Введение

Рис является ценным продовольственным, диетическим и лечебным продуктом в большинстве стран мира. Рисоводство в России – одна из самых северных зон выращивания в мире и требует создания сортов, дающих гарантированный урожай именно в наших условиях. Поэтому усилия селекционеров должны быть направлены на создание новых сортов для различных регионов рисосеяния Российской Федерации с учетом конкретных почвенно-климатических условий. На этапе построения селекционной программы основные задачи – обоснованный подбор исходного материала и пути реализации селекционных идей, решение которых обусловлено достижениями генетики, как теоретической базы при селекции любой культуры.

Урожайность – одна из важнейших конечных целей при селекции любой культуры. Продуктивность риса, как и других сельскохозяйственных культур, определяется развитием многих количественных и качественных признаков. Особенно важны при формировании продуктивности количественные признаки, выраженность которых у риса

характеризуется значительной амплитудой их изменчивости в различных экологических условиях. Это затрудняет отбор форм, продуктивность которых обусловлена генетически. Выяснение генетических основ количественных признаков у риса, составляющих основные элементы структуры урожая, – одна из наиболее важных задач, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса [1].

Цель исследований

Определить тип наследования, число и силу генов детерминирующих развитие таких признаков, как: высота растений риса, длина метелки, число колосков, размеры колоска и масса 1000 зерен; провести отбор линий, сочетающих в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков, создать исходный материал для практической селекции.

Материал и методика исследований

Работа выполнена на гибридной популяции F_2 Inpara-3×Новатор. Для биометрического и генетического анализа использовали по 500 растений гибридов F_2 и по 150 растений каждой родительской формы.

Исследования проводили на полях ФГУП «Пролетарское» Ростовской области. При закладке опытов руководствовались методикой полевого опыта [2]. Математическую обработку данных исследований проводили с использованием программы Statistica 6. Для генетического анализа признаков использовали компьютерную программу поиска моделей расщепления Полиген А [3, 4] и Gen-3 [5].

Результаты

По признаку «высота растений» родительские формы Inpara-3 и Новатор имели небольшие различия, в среднем 4,07 см. Кривая распределения частот гибрида имела многовершинный характер, причем большая из них находилась в одном классе с родительской формой Новатор, имеющей большее значение признака, и выходила за пределы изменчивости родительских форм. Все это свидетельствует о неаллельном взаимодействии генов исходных форм (рис. 1). Степень доминирования составила 2,78 – сверхдоминирование. Анализ исходных данных в программе Gen-3 показал, что расщепление в F_2 обусловлено действием 4 аддитивных и 2 доминантных генов ($\chi^2_{\text{факт.}} = 4,48$, $\chi^2_{\text{теор.}} = 2,02$).

Средняя длина метелки образца Новатор составила 16,43 см, Inpara-3 – 20,74 см, а гибрид F_2 имел промежуточную длину метелки – 19 см (рис. 2). Кривая распределения частот гибрида имела две вершины, располагавшиеся между вершин исходных родительских форм, что указывает на отсутствие доминирования. Степень доминирования составила 0,21. Согласно методике А.Ф. Мережко на долю гибрида приходится $\frac{1}{4}$ частот рецессивной родительской формы, т. е. наблюдается моногенные различия сортов Новатор и Inpara-3. Сила доминантного гена составила 4,31 см, доминантного аллеля – 2,15 см.

Сорт Новатор имел большее число колосков, чем сорт Inpara-3, в среднем на 43 шт., а гибрид между ними по среднему значению превосходил значения обоих родительских форм, величина которого составила 136,9 штук (рис. 3). Кривая распределения частот гибрида имела многовершинный характер, выходила за пределы изменчивости родительских форм, наблюдалось выщепление положительных трансгрессивных форм. Степень трансгрессии составила 99,62%, частота трансгрессии – 20,91%. Степень доминирования составила 1,75 – сверхдоминирование больших значений признака. Расщепление в F_2 происходило в соотношении 1:15 и было вызвано эпистатическим взаимодействием двух пар генов исходных родительских форм.

По количеству выполненных колосков сорт Новатор также превосходил сорт Inpara-3, а среднее значение признака у гибрида F_2 составило 60,15 шт., приближая его к родительской форме с меньшим значением признака (Inpara-3 – 43,14 шт.) (рис. 4). Вершина кривой распределения частот гибрида была смещена влево от вершины сорта Inpara-3, что свидетельствует о доминировании меньших значений признака. Степень доминирования составила -0,43, т.е. частичное доминирование меньших значений признака. На долю кривой распределения частот гибрида приходилось около 1/16 частот

рецессивного родителя (Новатор) Следовательно, родительские формы различаются аллельным состоянием двух пар генов. Сила доминантного гена составила 30 колосков.

Длина колоска в F_2 варьировала от 7,0 до 11,8 мм, при среднем значении признака – 9,09 мм, что несколько меньше среднего значения признака у наименьшей родительской формы Новатор 9,28 мм. Следовательно, можно говорить о преобладании в гибридной популяции форм с меньшей длиной колоска (рис. 5). Степень доминирования составила -1,47, что свидетельствует о сверхдоминировании меньших значений признака. Наблюдалось выщепление как положительных, так и отрицательных трансгрессивных форм. Степень отрицательной трансгрессии составила 18,52%, частота – 9,98%, степень положительной трансгрессии – 9,71%, частота – 2,7%. Анализ данных биометрии в программе Полиген А выявил дигенные различия между исходными родительскими формами с расщеплением в соотношении 9:7 ($\chi^2_{\text{факт.}} = 2,61$, $\chi^2_{\text{теор.}} = 2,02$).

По признаку «ширина колоска у гибрида» также наблюдался широкий спектр изменчивости от 2,1 до 3,8 мм, а вершина его кривой распределения частот гибрида находилась между вершин его родительских форм (рис. 6). Степень доминирования составила -0,13, т. е. частичное доминирование меньшей ширины колоска. На долю рецессивного родителя приходилось примерно 1/16 частот гибрида, что свидетельствует о дигенных различиях исходных форм. Сила доминантного гена составила 0,35 мм.

Различия по массе 1000 зерен между исходными родительскими формами составили 10,61 г (рис. 7). Среднее значение признака у гибрида составила 25,95 г. Вершина кривой распределения была смещена в сторону меньшей родительской формы Inpara-3, что указывает на доминирование меньшей массы 1000 зерен, степень доминирования составила -0,49, т. е. оно было неполным и отрицательным. По соотношению частот на долю родительской формы с меньшим проявлением признака (Inpara-3) приходилось около 25% частот гибрида, т. е. наблюдаются различия между исходными формами по одной паре генов. Генетическая формула для сорта Новатор – AA, Inpara-3 – aa. Сила доминантного гена составила 10,6 г.

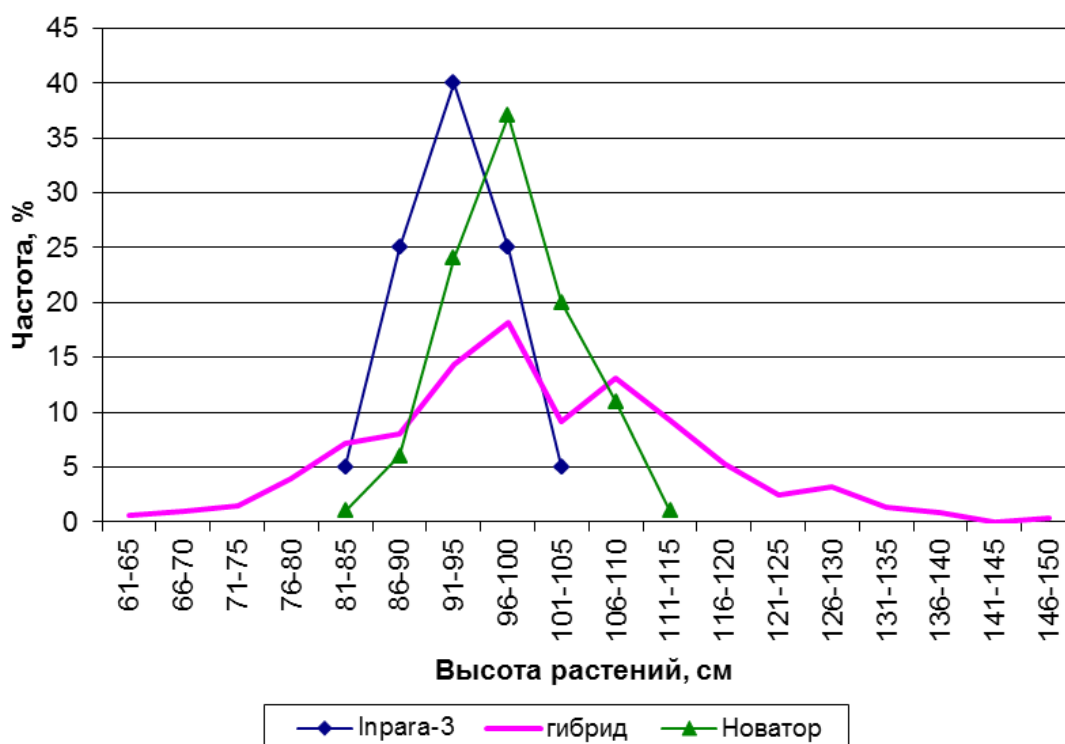


Рисунок 1. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «высота растений»

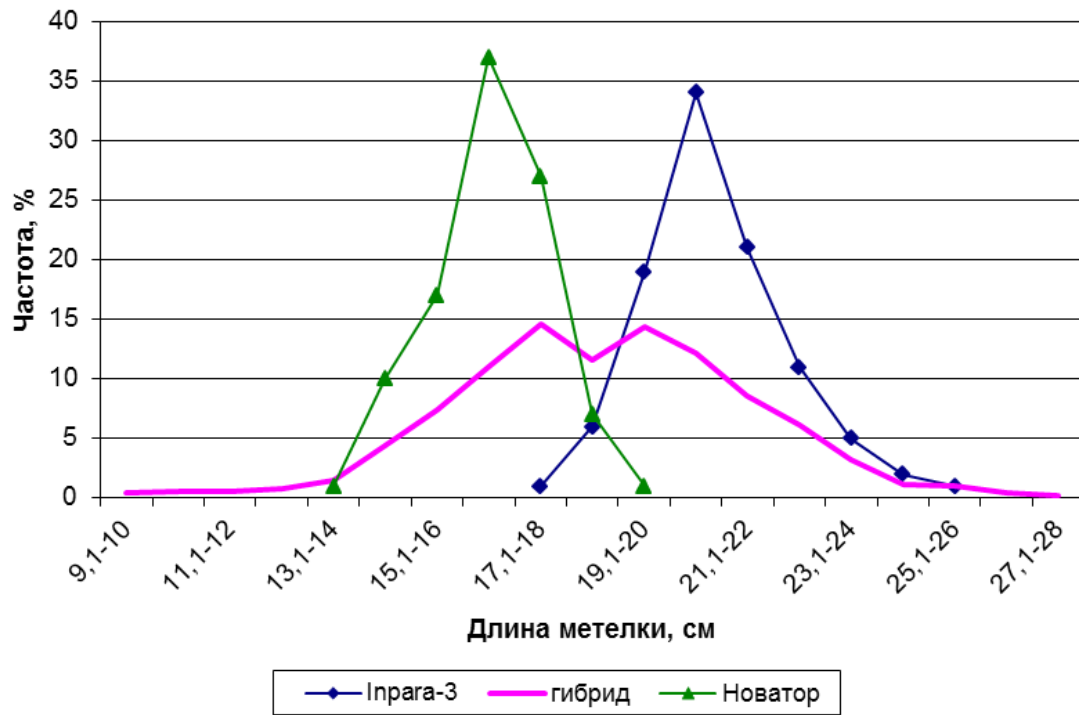


Рисунок 2. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «длина метелки»

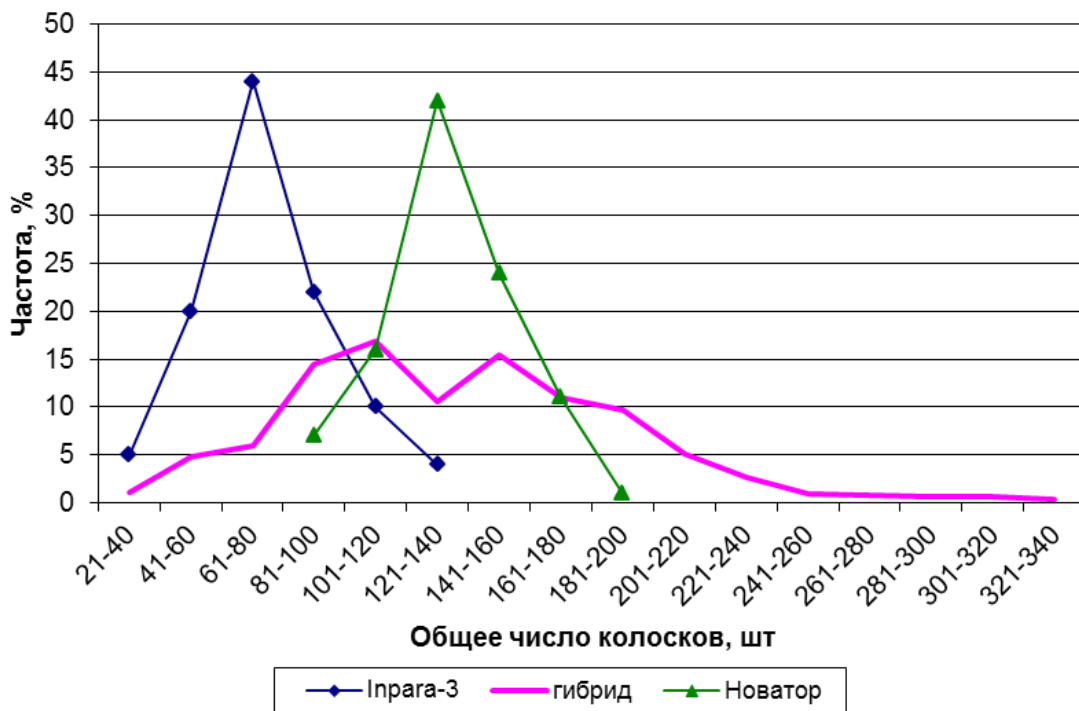


Рисунок 3. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «общее число колосков»

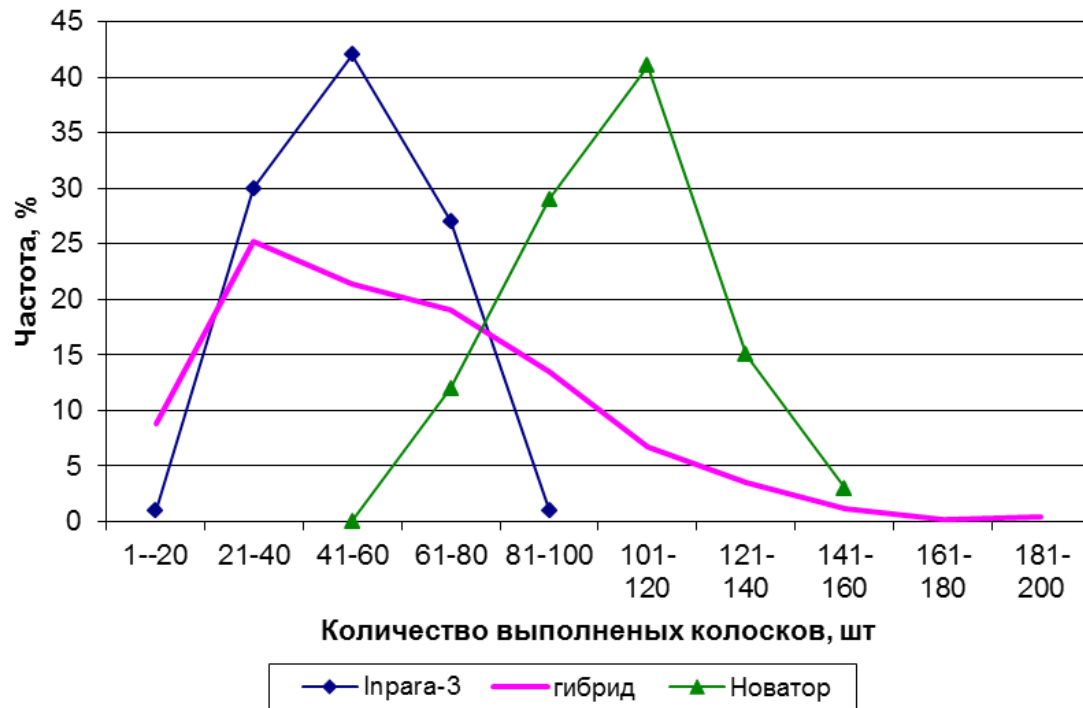


Рисунок 4. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «количество выполненных колосков»



Рисунок 5. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «длина колоска»



Рисунок 6. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «ширина колоска»

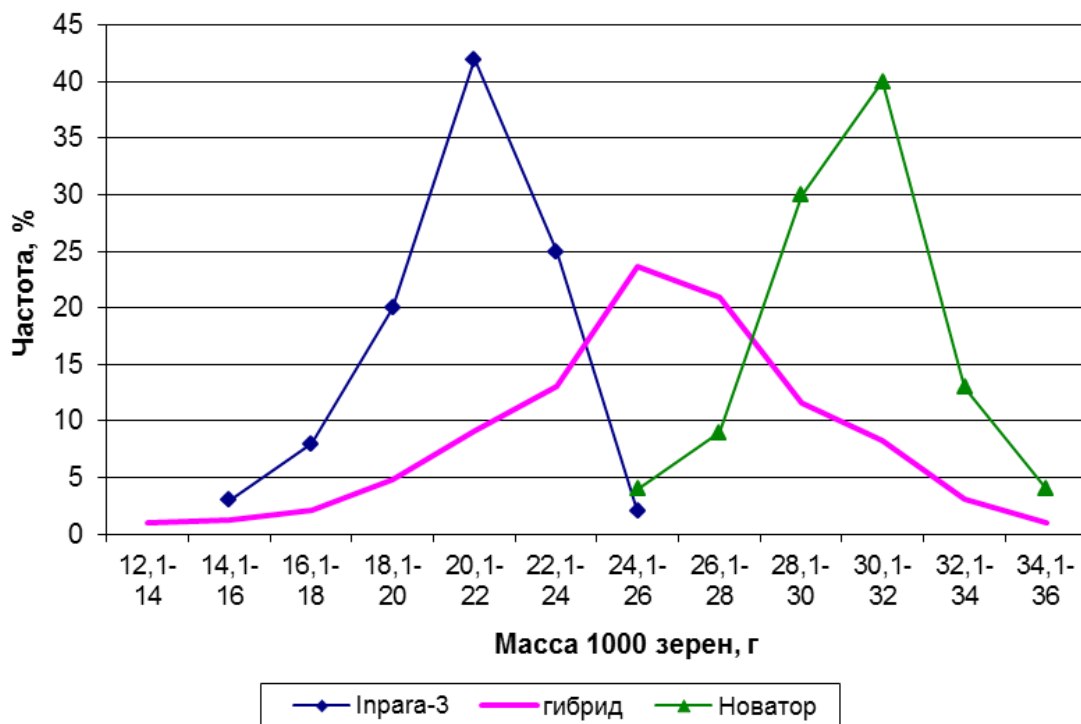


Рисунок 7. Кривые распределения частот гибрида F_2 и его родительских форм по признаку «масса 1000 зерен»

Небольшие различия исходных форм по числу генов дают возможность с малыми затратами отбирать новые формы риса с нужным сочетанием признаков. Так если различия между исходными формами составляют две пары генов, то каждое 16 гибридное растение будет гомозиготным, исходя из этого можно планировать объем популяции для отбора, в зависимости от необходимого числа гомозигот. Это в свою очередь будет способствовать оптимизации временных и трудовых затрат (нет необходимости прорабатывать большой объем селекционного материала для выделения ценных

гомозигот), а также материальных (исходя из объема популяцию для отбора можно разместить на меньшей площади). В результате проведенной работы из F_2 выделены формы, сочетающие низкорослость растений с длинной, крупной метелкой, несущей много зерен, которые будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Выводы

1. Различия сортов Новатор и Инрага-3 по признаку «высота растений» обусловлены действием 4-х генов с аддитивным эффектом и 2-х генов с доминантным действием.
2. По признакам «общее число колосков», «количество выполненных колосков», «длина колоска», «ширина колоска» установлены дигенные различия, однако различные варианты аллельного и неаллельного взаимодействия генов исходных форм в итоге привело к различным типам наследования данных признаков.
3. По признакам «длина метелки» и «масса 1000 зерен» установлены моногенные различия, при этом в F_2 отмечено отсутствие доминирования по признаку «длина метелки» и неполное доминирование меньшей массы 1000 зерен.

Список литературы:

1. Редькин, А.А. Наследование некоторых количественных признаков у риса / А.А. Редькин, П.И. Костылев, С.С. Попов // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия: материалы Международной научной конференции, 27-30 мая 2015 г. / Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – С. 416-419.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта //5 изд., - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Мережко А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений. – Л.: ВИР, 1984. – 70 с.
4. Мережко, А.Ф. Использование менделевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков / А.Ф. Мережко // Экологическая генетика культурных растений: Материалы школы молодых ученых РАСХН, ВНИИ риса. – Краснодар: 2005. – С. 107-117.
5. Костылев, П.И. Компьютерная программа генетического анализа количественных признаков / П.И. Костылев, В.В. Иванов // Селекция и семеноводство, 1997. – № 4. – С. 16-19.

УДК 581.143.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ПЫЛЬНИКА РИСА В КУЛЬТУРЕ IN VITRO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИТО-ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**Савенко Е.Г., Власов В.Г., кандидат медицинских наук,
Мухина Ж.М., доктор биологических наук,
Глазырина В.А., Шундрин Л.А.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский
научно-исследовательский институт риса», 350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: avena5@rambler.ru*

Рассмотрено развитие пыльников от начала формирования цветка и его андрогенных структур до стадии образования и созревания пыльцевых зерен. Со стадии тетрад отмечена дегенерация клеток стенки пыльника. Установлено, что ткани стенки и связника пыльника риса не оказывают влияния на андрогенез, т. к. не имеют инициальных структур с меристематическими признаками.

Ключевые слова: андрогенез, регенерация, серийные срезы, микрокаллус, микроспоры, пыльцевые зерна.

We review the development of the anthers from the beginning of flower formation and its androgenic structures to the stage of formation and maturation of the pollen grains. From tetrad stage degeneration of anther wall cells is marked. It was found that the tissue wall and rice anther connective may not affect androgenesis because of lack of initial structures with meristematic traits.

Key words: androgenesis, regeneration, serial sections, microcalli, microspores, pollen grains.

Введение

Гаплоиды могут значительно ускорить селекционный процесс при создании новых высокопродуктивных, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды, линий и сортов сельскохозяйственных культур. Для зерновых злаков эффективным методом для получения растений-регенерантов является метод культуры изолированных пыльников in vitro [1].

Полученные методом культуры пыльников регенеранты повышают эффективность селекции, т. к. отбор проводится в гомозиготных линиях, где фенотип соответствует генотипу.

Культура изолированных пыльников для получения гаплоидных растений используется давно. Однако до сих пор в литературе нет единого мнения о фазе развития микроспор и пыльцевых зерен для начала культивирования пыльников злаковых, в том числе и у риса. Считается, что индукция андрогенеза у злаков – это поздняя фаза микроспорогенеза, причем отмечалось, что способность к андрогенезу проявлялось у более крупных пыльцевых зерен. Есть мнение, что стенка пыльника и ткань связника играют индуцирующую роль, однако данных, какие ткани стенки пыльника участвуют в образовании андрогенетических структур, – нет. Также неясна роль соматических тканей при андрогенезе [2].

Материалы и методы

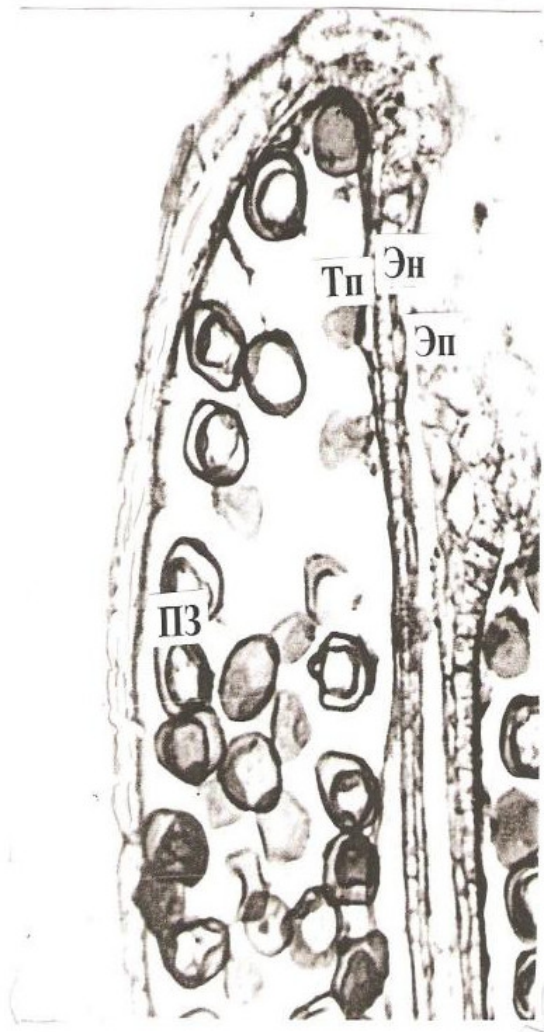
Материалом послужили пыльники риса, использовали метод серийных гистологических срезов.

Результаты

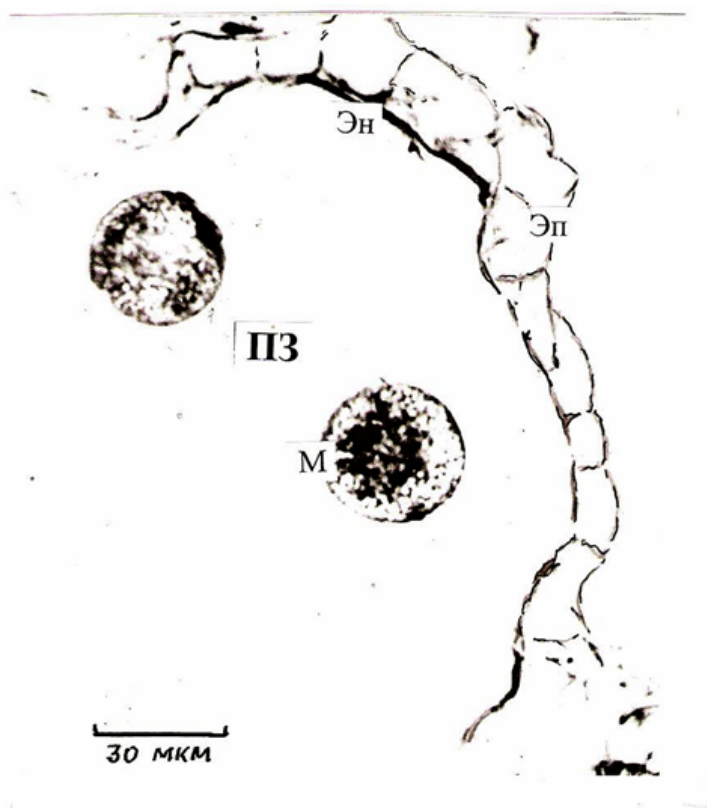
Проведенные в данной работе исследования включали использование серийных гистологических срезов для изучения процессов, происходящих в стенке пыльника и при развитии каллуса [3]. Использовали пыльники после инокуляции на питательную среду с фитогормонами на вторые, третьи, пятые и десятые сутки. Чтобы обнаружить начало

развития микрокаллуса в пыльнике, необходимы серийные, последовательные срезы, толщиной 10 мкм, количество срезов по всей длине пыльника может достигать до 200. В эксперименте проанализировано 44 пыльника риса.

Развитие пыльников изучали от начала формирования цветка и его андрогенных структур до стадии образования и созревания пыльцевых зерен [4, 5]. В исследованиях наблюдали дифференцировку крупных археспориальных клеток зачатков пыльников, которые в своем развитии образуют стенку пыльника и спорогенную ткань, формирующую пыльцевые зерна. В динамике прослежено развитие пыльника с образованием экзотеция, эндотеция, средних слоев и тапетума с орбукулами, а также спорогенной ткани – микроспороцитов, микроспор и пыльцевых зерен. Развитие пыльника риса четко разграничивается на 3 периода: премейотический, мейотический и постмейотический.



Созревание пыльцевых зёрен и дегенерация стенок пыльника



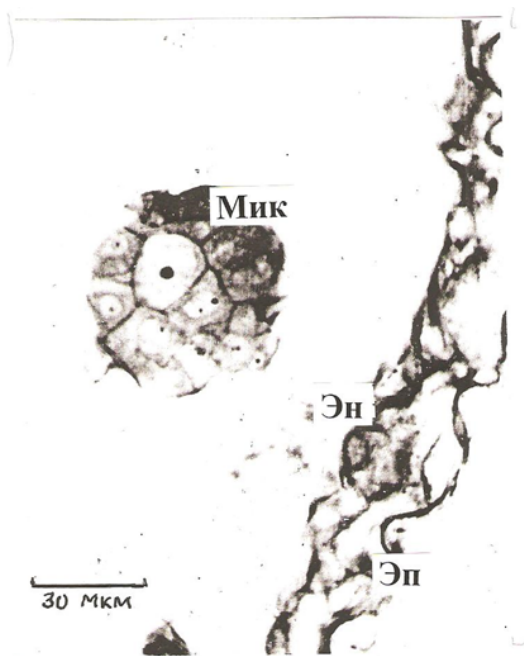
Митозы в пыльцевых зёрнах.

Рисунок 1. Созревание пыльцевых зерен и дегенерация стенки пыльника

Рисунок 2. Митозы в пыльцевых зёрнах

Премейотический период характеризуется усиленной митотической активностью, в результате которой формируется стенка пыльника и спорогенная ткань, т. е. происходит образование пыльцевых гнезд. Завершается он переходом спорогенных клеток в микроспороциты. На этом этапе пыльник состоит из однородных меристематических клеток, окруженных эпидермисом. В дальнейшем закладываются будущие гнезда

пыльника: в субэпидермисе дифференцируются тяжи археспориальных клеток. В результате периклиналиного деления (периклиналиное деление сопровождается образованием клеточных стенок, ориентированных параллельно поверхности) археспориальной клетки образуются наружная – первичная париетальная и внутренняя – спорогенная клетки, функционально отличающиеся друг от друга. Из париетальных клеток в премейотический период формируется стенка пыльника, а спорогенные образуют материнские клетки микроспор (микроспороциты).



Образование 16-клеточного каллуса из пыльцевого зерна. Видно, что дегенеративная стенка пыльника не обладает митотической активностью и не способна образовать микрокаллус.

Рисунок 3. Образование 16-клеточного каллуса из микроспоры.

Дегенерация стенки пыльника

В премейотический период происходит формирование спорогенной ткани и превращение ее клеток в микроспороциты. Спорогенные клетки образуются вслед за периклиналиным делением археспориальных. После прекращения митозов спорогенные клетки и их ядра увеличиваются в размерах, они превращаются в микроспороциты и вступают в мейоз. В результате двух мейотических делений образуются тетрады гаплоидных микроспор. В тетрадной пыльце деление ядра происходит синхронно во всех микроспорах тетрады. Тетрады микроспор окружены каллозной оболочкой, в результате энзиматического растворения тетрад происходит их распад на отдельные микроспоры. Дифференциация слоев стенки пыльника происходит в мейотический и постмейотический периоды развития пыльника. Эндотеций – наружный слой стенки пыльника, находящийся под эпидермисом. Он является производным первичного париетального слоя. Средний слой располагается между эндотецием и тапетумом. Количество средних слоев может варьировать за счет дополнительных периклиналиных делений. Средние слои эфемерны, с началом мейоза они постепенно дегенерируют, а к моменту созревания пыльника исчезают совсем. Признаки дегенерации отмечаются уже во время деления ядер микроспор.

В процессе развития микроспорангиев микроспороциты располагаются в один слой,

прилегающий к тапетуму. Тапетум – внутренний, примыкающий к спорогенным клеткам, слой, он является производным первичного париетального слоя и сохраняет клеточную структуру до стадии тетрад микроспор. Тапетум обеспечивает поступление веществ к развивающимся микроспороцитам, микроспорам и пыльцевым зернам. На внутренней поверхности клеток секреторного тапетума в постмейотический период образуется тапетальная пленка с орбикулами (тельцами Убиша), имеющими вид гранул, которые состоят из спорополленина. По мере созревания пыльцевых зерен тапетум постепенно лизируется. Эпидермис пыльника на ранних стадиях имеет клетки правильной формы, деления в них происходят только в антиклинальном направлении (образование клеточной перегородки под прямым углом к поверхности растущего органа). На более поздних стадиях наружная стенка эпидермиса покрывается кутикулой или неравномерно утолщается, клетки увеличиваются, сплющиваются или становятся зубчатыми. Стенка пыльника в этот период состоит только из эпидермиса и фиброзного эндотеция.

В постмейотический период развивается и созревает пыльца на фоне соответствующих изменений в стенке пыльника (рис. 1). После разобщения из тетрад микроспоры невелики, с ядром в центре клетки и густой цитоплазмой. В дальнейшем пыльцевое зерно и ядро увеличиваются в размерах, появляется вакуоль, ядро перемещается в подстенный слой цитоплазмы, где митотически делится (рис. 2). Образуется небольшая линзовидная генеративная клетка и вегетативная клетка, занимающая остальной объем пыльцевого зерна. Генеративная клетка затем перемещается внутрь вегетативной и в зрелом пыльцевом зерне располагается рядом с ее ядром. Вакуоль исчезает, цитоплазма заполняется запасными веществами (белки, крахмал и жиры). Зрелые пыльцевые зерна двухклеточны.

Выводы

Отмечено, что, начиная со стадии тетрад, происходит дегенерация клеток стенки пыльника, и к моменту инокуляции пыльников их стенка состоит только из эпидермиса и бесструктурной фиброзной эндодермы. Ткани стенки и связника пыльника риса не оказывают какого-либо влияния на андрогенез, поскольку не имеют инициальных структур с меристематическими признаками. Инициальными структурами у риса являются лишь пыльцевые зерна, которые под влиянием фитогормонов дают андрогенный гаплоидный эмбриогенез. Анализировали и пыльники более ранних стадий развития, чем стадия тетрад, но неизменно с отрицательным результатом, т. к. их морфогенетический потенциал нулевой. В серийных срезах отдельных пыльников наблюдали митозы пыльцевых зерен и образование из них микрокаллуса (рис. 3), который, увеличиваясь в размерах, разрывает стенку пыльника. В исследованиях использовали фитогормоны: ауксины – 2,4-Д, α -нафтилуксусную кислоту, индолилуксусную кислоту и кинетин. В зависимости от генотипа сорта образование каллуса составляет от 5 до 30%.

Список литературы:

1. Бутенко, Р.Р. Культура изолированных клеток и тканей в селекции растений / Р.Р. Бутенко, Г.И. Тихонович и др. // Основы сельскохозяйственной биотехнологии. – 1990. – С. 162-165.
2. Круглова, Н.Н, Батыгина Т.Б., Сельдиминова О.А. Морфогенетический потенциал спорогенных клеток пыльника злаков / Н.Н. Круглова, Т.Б. Батыгина, О.А. Сельдиминова / успехи современной биологии. – 2000. – т. 120. – вып. 5. – С. 490-500.
3. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева / М.: Колос, 1974. – 284 с.
4. Шевелуха, В.С. Морфогенез в каллусных тканях / В.С. Шевелуха // Сельскохозяйственная биотехнология. – 1996. – С. 29-35.
5. Тутаюк, В.Х. Анатомия и морфология растений / В.Х. Тутаюк // М.: Высшая школа, 1980. – 315 с.

УДК 338.436.33

ПРИМЕНЕНИЕ БИОТОПЛИВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Свистула И.А., кандидат экономических наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 656038, г. Барнаул, Россия
E-mail: svistula.i@mail.ru

Доказана эффективность применения биотоплив. Определены преимущества двигателя Д-442-59И. Рассчитаны затраты при производстве двигателя с системой CR. Даны рекомендации по снижению вредных выбросов в атмосферу.

Ключевые слова: топлива растительного происхождения, парниковый эффект, техногенное загрязнение атмосферы, невозобновляемые природные ресурсы, экологический ущерб.

Efficiency of application the vegetable fuels has been proved. The benefits of the D-442-59I has been defined. The costs of production engine with CR has been calculated. The recommendations for reduce air emissions are given.

Key words: fuel vegetable origin, the greenhouse effect, technogenic pollution, non-renewable natural resources, environmental damage.

Введение

В рамках III Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие: общество и экономика» 21 апреля 2016 г. в Санкт-Петербурге лауреат Нобелевской премии по экономике, руководитель лаборатории исследования экономического роста СПбГУ Кристофер Писсаридес высказал мнение, что России для возврата на траекторию роста ВВП следует забыть о существовании нефти и сосредоточиться на повышении уровня конкуренции в корпоративном секторе [1]. Экономист рекомендовал властям страны сосредоточиться на проведении структурных реформ для роста конкурентоспособности промышленности [1].

В современной экономической ситуации дополнительным препятствием для развития экономики является курс рубля и удорожание топлива для населения страны. Сложившаяся ситуация привела к росту цен на сырье, подорожанию конечной продукции и росту цен в розничных сетях. В данном случае сельхозтоваропроизводителям необходимо быть независимыми от увеличения цен на ресурсы, в том числе – на топливо.

Таким образом, в современных условиях обострения проблемы продовольственной безопасности и импортозамещения в сельском хозяйстве особое значение приобретает самодостаточность агропромышленного комплекса, его независимость от цен на ресурсы. В связи с высокими ценами на топливо необходимо использование альтернативных топлив. Например, топлив растительного происхождения, использование которых не только будет более выгодным экономически, но и будет выполнять экологические требования.

Материалы и методы

Исходя из стоимости, доступности и физико-химических характеристик, наиболее подходящим для производства топлива в Алтайском крае является рапсовое масло, которое может быть использовано в качестве основы или компонента топлива. Рапс – культура больших потенциальных возможностей, хорошо приспособленная к условиям умеренного климата, т. е. в отличие от других масличных культур хорошо растет в достаточно жестких природных условиях Алтайского края [2].

Ориентация отечественной нефтяной отрасли на экспортные поставки, увеличение цен на моторное топливо в несколько раз за последние 5 лет привели к росту затрат на топливо в себестоимости сельскохозяйственной продукции в 5,8-6,8 раза. Следует учесть и

экологический аспект проблемы: в общем балансе загрязнений окружающей среды доля двигателей внутреннего сгорания превышает 70%.

Биотопливная технология органически вписывается в схему фермерской деятельности, обеспечивая энергетику транспорта и сельскохозяйственных машин, поддерживая плодородие почвы (после уборки рапса на каждом гектаре остается в земле около 65 кг азота, 34 кг фосфорной кислоты, 60 кг калия), поставляя корм для скота [3]. Данный аспект будет способствовать возобновлению и восстановлению почв.

Сельскохозяйственное производство России сегодня расходует около 5,5 млн тонн дизельного топлива. При урожайности маслосемян рапса 20-30 ц/га для производства 5,5 млн тонн биодизельного топлива под рапс необходимо занять от 7 до 10,5 млн га. Дополнительно к этому будет получено 16 млн тонн шрота на корм животным [3].

Незначительные затраты на адаптацию автотракторной техники к применению биодизельного топлива в обычном двигателе при использовании существующих систем технического обслуживания, средств транспортировки и заправки топливом способствуют успешному применению биотоплива в сельском хозяйстве.

Анализ экологических показателей двигателей свидетельствует о снижении токсичных выбросов при работе на биотопливе. Окись углерода CO (угарный газ) на всех режимах по нагрузке снижается примерно в 2 раза, выбросы углеводородов CH также ниже в 2 раза, количество твердых частиц (дымность) на режиме максимальной нагрузки меньше в 2 раза, дымность на режиме малой нагрузки снижается до 0. Также существенно улучшились экологические качества двигателя. Выбросы оксидов азота на номинальном режиме работы двигателя сократились на 15-20%.

Одним из перспективных и эффективных методов достижения высокой топливной экономичности и соответствия нормам токсичности по EURO является использование систем Common Rail (CR), обеспечивающих высокие значения максимального давления впрыскивания топлива. Параллельно, повышением давления впрыскивания, вероятно решение и другой проблемы – адаптирования дизеля к работе на биотопливе.

Применение топливной системы с повышенной энергией впрыска топлива (типа CR) позволит выполнить более строгие нормы ГОСТ Р 41.96-2011 (Правил ЕЭК ООН № 96) [2], действующие для вновь проектируемых двигателей.

Оценим перспективность внедрения выполненных разработок на примере промышленного дизелестроительного предприятия ОАО «ПО АМЗ» (г. Барнаул), а именно выпуск дизеля Д-442-59И с установленной системой повышенной энергии впрыска топлива (типа CR).

Производственное объединение «Алтайский моторный завод» является одним из ведущих в России разработчиков и производителей многоцелевых рядных шести- и четырехцилиндровых дизелей размерности $D \times S = 130 \times 140$ мм, предназначенных для установки на широкий круг сельскохозяйственной техники, дорожно-строительных машин, передвижных и стационарных дизель-генераторных установок, малоразмерных речных и морских судов и других агрегатов с адаптацией дизелей к требованиям потребителей.

Результаты

В рамках исследования была рассчитана эффективность применения альтернативных топлив на основе возобновляемых источников энергии на примере сельскохозяйственных предприятий Алтайского края:

- определена технология и рассчитана стоимость получения альтернативных топлив на основе рапсового масла на территории Алтайского края; элементный состав рапсового масла и дизельного топлива, в %; работа системы Common Rail (CR), обеспечивающая высокие значения максимального давления впрыскивания топлива;

- оценены преимущества моторного топлива на основе растительных масел по сравнению с традиционными видами топлива;

- изучен процесс производства биодизельного топлива из масла с учетом специфики природных условий Алтайского края;

- рассчитаны энергетические затраты на производство семян масличных растений;
- выявлены основные проблемы адаптирования дизеля к работе на биотопливе;
- найдена возможность выполнения более строгих норм ГОСТ Р 41.96-2011 (Правил ЕЭК ООН № 96), действующих для вновь проектируемых дизелей, или в дальнейшем норм Правил ЕЭК ООН № 96;
- проведена технико-экономическая оценка эксплуатации дизеля Д 442-59И и дизеля с установленной системой CR;
- рассчитано количество вредных выбросов при использовании системы повышенной энергии впрыска топлива (типа CR);
- рассчитаны выходные показатели дизелей нового поколения: расход топлива, мощность, количество выбросов вредных веществ в атмосферу;
- определена конкурентоспособность дизеля с установленной системой CR; сравнение основных параметров работы двигателя без системы CR и двигателя с системой CR;
- выявлены основные преимущества двигателя Д-442-59И по сравнению с конкурентами-аналогами;
- выполнено сравнение усовершенствованного дизеля с конкурентами по техническим характеристикам и цене;
- рассчитана себестоимость спроектированного двигателя (калькуляция основных затрат при производстве двигателя с системой CR);
- определена перспективность внедрения выполненных разработок на примере промышленного дизелестроительного предприятия ОАО «ПО АМЗ» (г. Барнаул), выпуск дизеля Д-442-59И с установленной системой повышенной энергии впрыска топлива (типа CR);
- рассчитано количество вредных выбросов в атмосферу от изучаемого вида топлива;
- определен ущерб окружающей среде при эксплуатации дизеля с новой системой) [3, 4, 5].

При установке системы CR на двигатель достигнуты выходные показатели дизелей нового поколения: расход топлива снижен на 10-15%, увеличена мощность, при существенном снижении выбросов вредных веществ в атмосферу.

Экономический эффект при использовании альтернативного топлива достигается не только за счет изменения (уменьшения) стоимости топлива, но и за счет снижения антропогенного воздействия на окружающую среду эмиссией двигателя, а также уменьшением уровня шума.

Итак, для улучшения состояния окружающей среды и уровня жизни населения в целом, России следует использовать инновационные технологии, которые сохраняют природу и ее ресурсы. В том числе, Алтайскому краю необходимо «избавляться от зависимости» от нефтедобывающих регионов.

Выводы.

Полученный результат научного исследования позволяет решать задачу повышения автономности агропромышленного комплекса, в рамках новой экономической ситуации это особенно актуально. Разработанная методика расчета экономической и экологической эффективности биологического топлива на основе рапсового масла позволит регионам, не имеющим собственных нефтяных месторождений, в меньшей степени зависеть от цен на природные ресурсы.

Статья выполнена в рамках исполнения гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук 2016 года.

Список литературы:

1. Нобелевский лауреат предложил РФ забыть о нефти ради развития экономики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interfax.ru/> .
2. Свистула, И.А. «Зеленая экономика» на основе топлив растительного происхождения / И.А. Свистула // Сборник статей I Международной заочной научно-практической конференции: «Проблемы техносферной безопасности-2015». – Барнаул: изд-во АлтГУ, 2015. – С. 53-56.
3. Свистула, И.А. Применение биотоплив как фактор развития «зеленой экономики» / И.А. Свистула // Вестник Алтайской науки. – 2015. – № 3-4. – С. 486-490.
4. Свистула, И.А. Перспективы применения топлив на основе рапса в транспортных ДВС / И.А. Свистула, А.Е. Свистула // Technologijos mokslo darbai vakarų Lietuvoje (ISSN 1822-4652) (Научные исследования в технологических сферах Западной Литвы). Klaipėda: Klaipėdos Universitetas. – 2008. – №6. – Р. 277-281.
5. Шелковников, С.А. Прогнозирование самообеспеченности региона основными видами продовольствия / С.А. Шелковников, Т.В. Елисеева, Г.В. Исаева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул: изд-во АГАУ, 2011. – С. 142-148.

УДК 631.53.027

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ РИСА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

Тесля М.В., аспирант, Костылев П.И., доктор сельскохозяйственных наук, Калиевская Ю.П.

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
им. И.Г. Калиненко, 347740, г. Зерноград; Россия
E-mail: p-kostylev@mail.ru*

Урожайность риса можно повысить, применяя различные стимулирующие препараты. В условиях Пролетарского района Ростовской области на трех сортах риса: Командор, Кубояр, Магнат – было изучено влияние семи стимуляторов роста, отличающихся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения. Препараты способствовали повышению зерновой продуктивности риса в зависимости от сорта и варианта обработки на 0,32-1,48 т/га, увеличению массы 1000 зерен, числа зерен в метелке и числа продуктивных стеблей. Для повышения урожайности зерна риса рекомендуется обрабатывать семена препаратами Басфолиар, Этихол, Росток и Фертигрейн.

Ключевые слова: *рис, стимуляторы, урожайность, масса 1000 зерен, число зерен в метелке, густота стеблестоя.*

The yield of rice can be enhanced by using different stimulants and drugs. In the context of the Proletarian District of Rostov Region in the three varieties of rice Comandor, Kuboyar, Magnat has been studied the influence of the seven growth factors, differing chemical composition and different mechanisms of action in the plant. Drugs helped to improve the productivity of grain of rice, depending on the variety and treatment options at 0,32-1,48 t / ha, an increase in the mass of 1000 grains, number of grains per panicle and the number of productive stems. To increase the yield of rice grain is recommended to treat the seeds by drugs Basfoliar, Etihol, Rostock and Fertigreyn.

Key words: *rice, stimulants, yield, 1000 grain weight, number of grains per panicle, density of stems.*

Введение

В мире рис является основной пищевой культурой. В нашей стране он выращивается на площади около 200 тыс. га, где производится более одного млн тонн риса-сырца. Этого недостаточно для удовлетворения потребностей в рисе жителей России. Поэтому необходимо повышать среднюю урожайность не только за счет внедрения новых сортов, но и различных приемов технологии возделывания, включающих применение стимулирующих

препаратов.

Большинство химических веществ, которые влияют на рост и развитие растений, действуют по принципу сдвига гормонального статуса. При этом фитогормональная система участвует в регуляции обмена веществ на всех этапах жизнедеятельности растений – от развития зародыша до полного завершения жизненного цикла [1, 2] (Кефели В.Н., 1974; Шевелуха В.С., 1990).

Бензихол и этихол – препараты, обладающие ауксиновой и антигиббереллиновой активностью. Это совместная разработка Института физиологически активных веществ РАН и ООО «Инновационный центр ТАХИАТ». Синтезированные вещества и их аналоги – первые в истории агрохимии – истинные стресспротекторы для растений. Установлено, что в стрессовых условиях они активируют в растениях две системы защиты против внутриклеточного окислительного стресса, который вызывают радикальные формы кислорода, возникающие при клеточном дыхании: 1) существенно повышают уровень биосинтеза флавоноидов, связывающих и нейтрализующих кислородные радикалы; 2) активируют систему супероксиддисмутазы, разрушающей и обезвреживающей радикальные формы кислорода. И, как следствие, значительно понижается уровень перекисного окисления липидов кислородными радикалами, которое повреждает клеточные микроструктуры. Это является физиологической основой стресспротекторной и иммуномодуляторной активности СФНП против внешних стрессов [3].

В состав **Басфолиар Келп** входят экстракты фитогормонов ауксинов (11 мг/л) и цитокининов (0,03 мг/л) из морской водоросли *Ecklonia maxima* в соотношении 350/1. Входящие в него фитогормоны стимулируют лучшее развитие корневой системы, повышают устойчивость к засухе и жаре, способствуют более эффективному использованию минеральных удобрений, равномерным посевам, высокому урожаю [4]. Кроме того, в экстракте содержится: азот (0,2%), фосфор (1%), калий (0,1%), бор (0,25%), медь (0,17%), железо (0,81%), цинк (0,56%), молибден (0,11%) и марганец (0,01%).

Препарат **Минерал 22** в качестве действующего вещества содержит комплекс макро- и микроэлементов (80 г/л). Механизм действия Минерал-22 основан на нормализации ростовых процессов растений, поддержании стабильного баланса микро- и макроэлементов. Рекомендуются разработчиками для устранения признаков фитотоксичности при использовании гербицидов, а также для стимуляции роста, повышения урожайности и устойчивости к стрессам и болезням [5].

Росток – натуральный гуминовый препарат из торфа, стимулирует рост и развитие растений, адаптирует растения к природным и техногенным воздействиям. Он разработан на кафедре общей химии и выпускается НПЦ «Эврика» Тюменской ГСХА. Биологическое действие: 1) стимулирует рост и развитие растений; 2) адаптирует растения к природным и техногенным воздействиям; 3) ускоряет прохождение фенологических фаз (в т. ч. созревание); 4) активно влияет на белковый обмен растений; 5) ограничивает поступление токсинов в растение [6].

Стимулятор роста **Фертигрейн Старт**, применяемый для обработки семян, активно воздействует на ускорение равномерной всхожести и развития корневой системы. Он обеспечивает прорастающие семена азотом, увеличивает сопротивляемость и жизнеспособность растений при воздействии стресс-факторов, усиливает жизнеспособность бактерий при инокуляции семян, увеличивает продуктивность растений и повышает урожайность, улучшает качество продукции. Препарат содержит 30% органического вещества, экстракт водорослей (4,0%) и аминокислоты (9%) [7].

Цель исследования – изучение влияния стимуляторов роста на развитие и продуктивность различных сортов риса ростовской селекции.

Материал и методика

В эксперименте использовали новые сорта риса ростовской селекции: Командор, Кубояр, Магнат. Применяли стимуляторы роста, отличающиеся друг от друга химическим составом и различным механизмом действия на растения, ранее не применявшиеся в

рисоводстве. Это Басфолиар Кэлп (300 мл/т, 2 л/га), Бензихол (5 мл/т, 5 мл/га), Этихол (5 мл/т, 5 мл/га), Минералл 22 (8 мл/т, 16 мл/га), Р-456 (5 мл/т, 5 мл/га), Росток (500 мл/т, 200 мл/га), Фертигрейн (1 л/т, 1 л/га). Обработывали семена перед посевом и растения в фазе кущения. Варианты опыта включали 1) контроль (без обработки); 2) обработку семян; 3) обработку листьев; 4) обработку семян и листьев.

Опыт был заложен в 2015 году на базе ФГУП «Пролетарское», предшественник – мелиоративное поле, повторность – четырехкратная. Рис выращивали согласно Рекомендаций по выращиванию риса в Ростовской области (2004) [8]. Посев производили 25 апреля, сеялкой ССФК-7 на глубину 5 см, площадь делянок – 10 м². Всходы получали по естественным запасам влаги, залив водой произвели при появлении у растений риса 1-2 листьев. В фазе 2-3 листьев риса провели подсчет всходов, по вариантам и повторностям. Опрыскивание стимуляторами роста в вариантах с обработкой листьев провели в фазе кущения риса, непосредственно перед обработкой посевов гербицидом Цитадель.

На протяжении вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за растениями риса. В фазе полной спелости риса отобрали снопы с делянок площадью ¼ м² для проведения структурного анализа. Уборку проводили 21-22 сентября в фазе полной спелости риса, комбайном КС-575. Обработку полученного числового материала осуществляли методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [9].

Результаты

В наших исследованиях при обработке семян Бензихолом урожайность зерна у сорта Командор увеличилась на 0,86 т/га, у Кубояра – на 0,58 т/га, у Магната – на 0,33 т/га (табл. 1). Обработка листьев была менее эффективна, но прибавка относительно контроля в среднем по сортам составила 0,5 т/га, а двойная обработка семян и листьев оказалась лучше для Магната: 8,24 т/га, что на 0,88 т/га выше контроля [10].

Препарат Этихол у сорта Кубояр повышал урожайность при обработке семян и листьев с 9,34 до 9,86 т/га (+0,52 т/га), у Командора – с 6,78 до 8,10 т/га (+0,32 т/га), а на рост зерновой продуктивности сорта Магнат положительного влияния не оказал.

В наших опытах воздействие Басфолиаром значительно увеличивало зерновую продуктивность растений риса при совместной обработке семян и листьев. В среднем по 4-м повторностям урожайность повысилась у сорта Командор – от 7,42 на контроле до 8,40 т/га в варианте «семена + листья», у Кубояра – от 8,19 до 9,18 т/га и у Магната – от 8,21 до 8,62 т/га. Прибавка к контрольному варианту от обработки препаратом составила 0,41-0,99 т/га (табл. 1).

Препарат Минерал 22 оказал положительное влияние на урожайность при обработке листьев, как отдельно, так и совместно с семенами. В варианте «семена + листья» по сравнению с контролем у сорта Командор урожайность повысилась на 1,48 т/га, у Кубояра – на 0,43 т/га, а у Магната – на 0,5 т/га (таб. 1).

Обработка препаратом Росток не дала прибавки у сорта Магнат во всех вариантах. У Кубояра была существенная прибавка при обработке листьев (+0,99 т/га), а у Командора – при опрыскивании листьев (+0,45 т/га) и совместной обработке (+0,91 т/га).

Фертигрейн Старт повышал урожайность сорта Кубояр во всех вариантах обработки, но в разной степени. При обработке семян по сравнению с контролем урожайность повысилась от 8,46 до 8,83 т/га, листьев – до 9,19 т/га, совместно семян и листьев – до 9,37 т/га. У Командора более эффективной оказалась обработка семян и листьев, а у Магната – листьев (табл. 1).

Экономическая эффективность их применения – 10-15 тыс. руб./га.

Урожайность зерна является интегральной величиной, так как она зависит от биологических особенностей сорта, экологических условий выращивания и культуры земледелия в целом и, в частности, от технологии возделывания риса.

В формировании урожая зерна большое значение имеют масса 1000 зерен, количество выполненных зерен в метелке и число продуктивных стеблей на 1 м². Наши исследования показали, что возделывание сортов риса Командор, Кубояр и Магнат с

применением стимуляторов роста приводит к изменению этих показателей.

Таблица 1. Урожайность зерна сортов риса при обработке стимуляторами роста, 2015 г.

Вариант обработок	Урожайность, т/га		
	Командор	Кубояр	Магнат
Бензихол контроль	6,89	8,41	7,36
Бензихол семена	7,75	8,99	7,69
Бензихол листья	7,43	8,71	8,01
Бензихол семена+листья	7,55	8,89	8,24
Этихол контроль	6,78	9,34	8,27
Этихол семена	6,86	9,40	7,83
Этихол листья	7,48	9,49	7,59
Этихол семена + листья	8,10	9,86	7,85
Басфолиар Кэлп контроль	7,42	8,19	8,21
Басфолиар Кэлп семена	7,35	7,89	7,98
Басфолиар Кэлп листья	7,35	8,75	8,69
Басфолиар Кэлп семена + листья	8,40	9,18	8,62
Минералл 22 контроль	6,27	8,88	7,80
Минералл 22 семена	7,07	8,33	8,55
Минералл 22 листья	7,43	9,32	8,22
Минералл 22 семена + листья	7,75	9,31	8,30
Росток контроль	7,16	9,02	8,56
Росток семена	7,07	8,98	8,33
Росток листья	7,71	10,01	8,43
Росток семена + листья	8,07	8,98	8,58
Фертигрейн контроль	7,26	8,46	7,68
Фертигрейн семена	7,26	8,83	8,51
Фертигрейн листья	7,11	9,19	8,58
Фертигрейн семена + листья	7,78	9,37	7,14
НСР 05	0,47	0,50	0,43

На примере сорта Командор показано, что наибольшее увеличение массы 1000 зерен было получено за счет опрыскивания листьев препаратами Басфолиар, Этихол и обработки семян стимулятором Росток, которое составило 29,99 г, 30,03 г и 30,0 г соответственно. Эти значения превышали контроль на 1,1 г в среднем. Также отмечено, что совместная обработка семян и листьев не оказывала положительного влияния на массу 1000 зерен (рис. 1).

Обработка семян препаратом Р-456, Росток и листьев препаратами Росток, Минералл 22, Р-456 и Этихол способствовали увеличению числа продуктивных стеблей у сорта риса Командор (рис. 2).

Обработка листьев препаратами Басфолиар Кэлп, Минералл 22, Этихол, обработка семян препаратами Басфолиар Кэлп, Минералл 22, и совместная обработка семян и листьев препаратами Этихол, Минералл 22, Бензихол дала наибольшее увеличение числа выполненных зерен в метелке по сравнению с контролем (рис. 3).

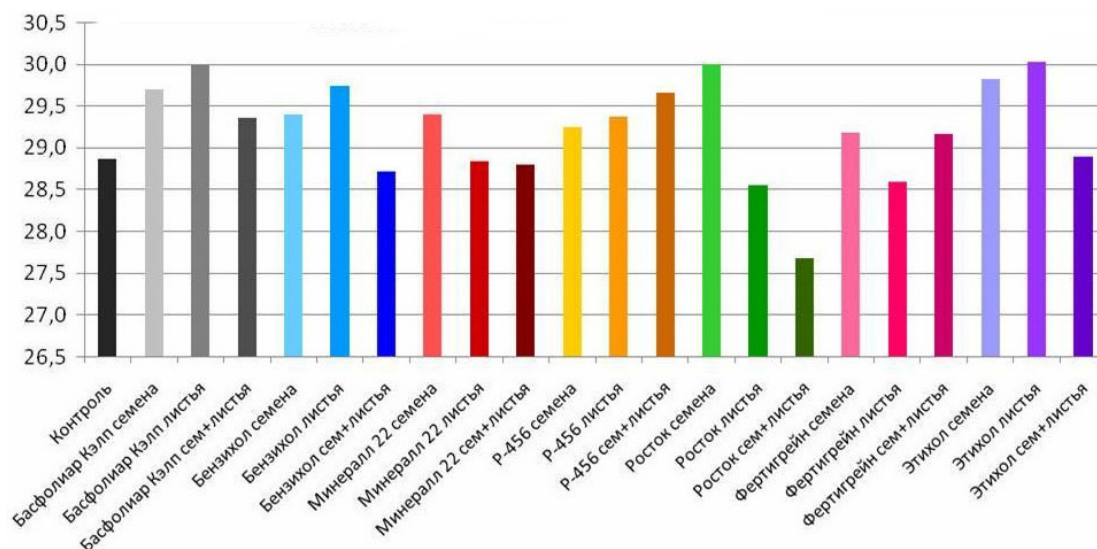


Рисунок 1. Изменение массы 1000 зерен сорта Командор под действием стимуляторов

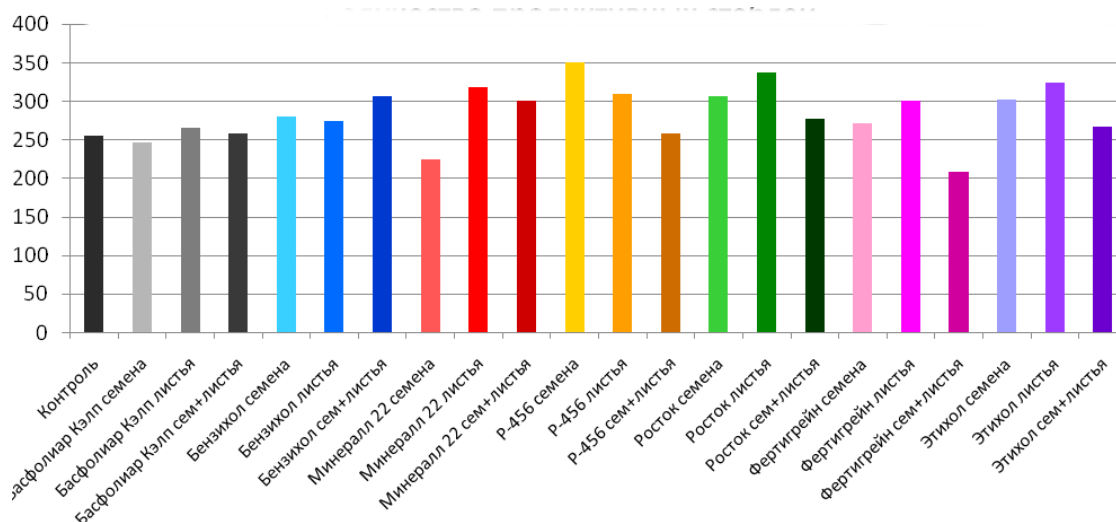


Рисунок 2. Изменение количества продуктивных стеблей сорта Командор под действием стимуляторов

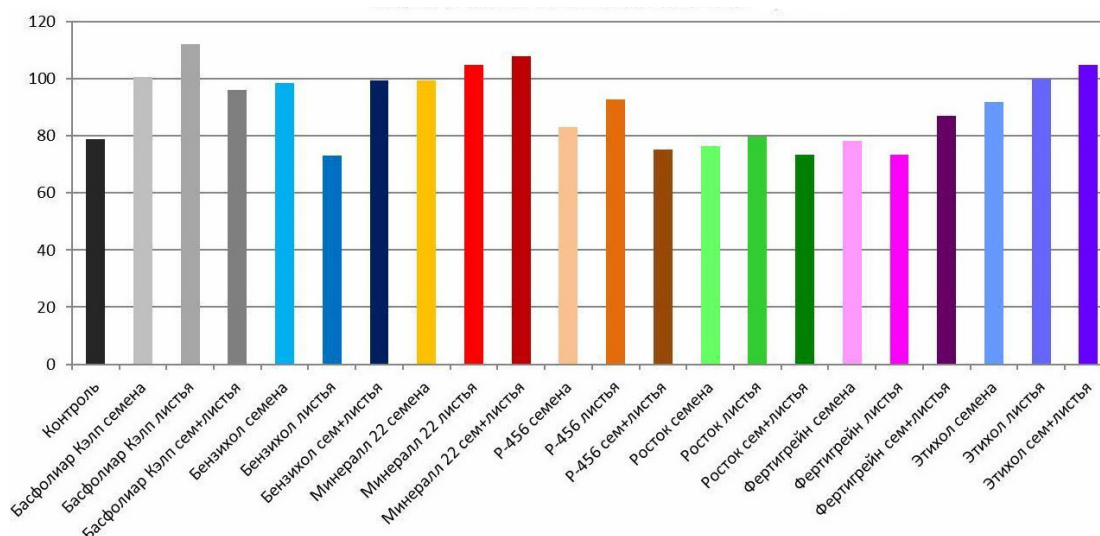


Рисунок 3. Влияние стимуляторов роста на количество выполненных зерен в метелке сорта риса Командор

Сопоставление признака «число зерен в метелке» с урожайностью при помощи регрессионного анализа показало, что наиболее продуктивными, до 10 т/га, являются те варианты обработки стимуляторами сорта Магнат, в которых формировалось 160-170 зерен в метелке. При увеличении числа зерен на 10 штук урожайность увеличивалась на 0,6 т/га (рис. 4).

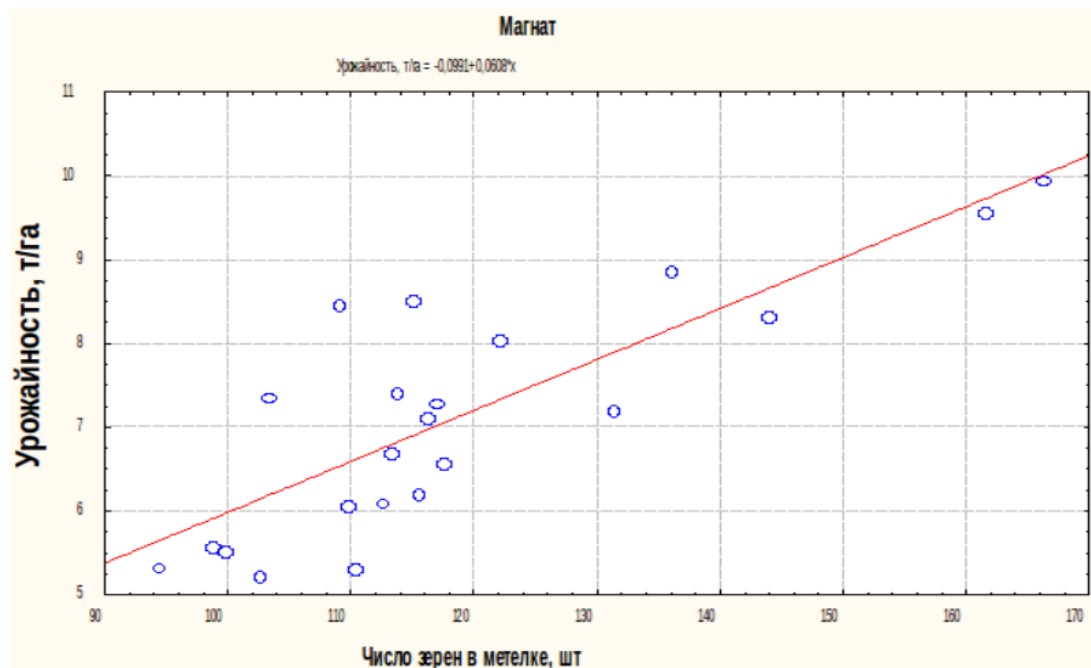


Рисунок 4. Взаимосвязь урожайности и числа зерен в метелке сорта риса Магнат

У сорта Командор наиболее продуктивными, до 9,5 т/га, оказались варианты обработки стимуляторами, где сформировалось 110-115 выполненных зерен в метелке. При увеличении числа зерен на 10 штук урожайность увеличивалась на 0,3 т/га (рис. 5).

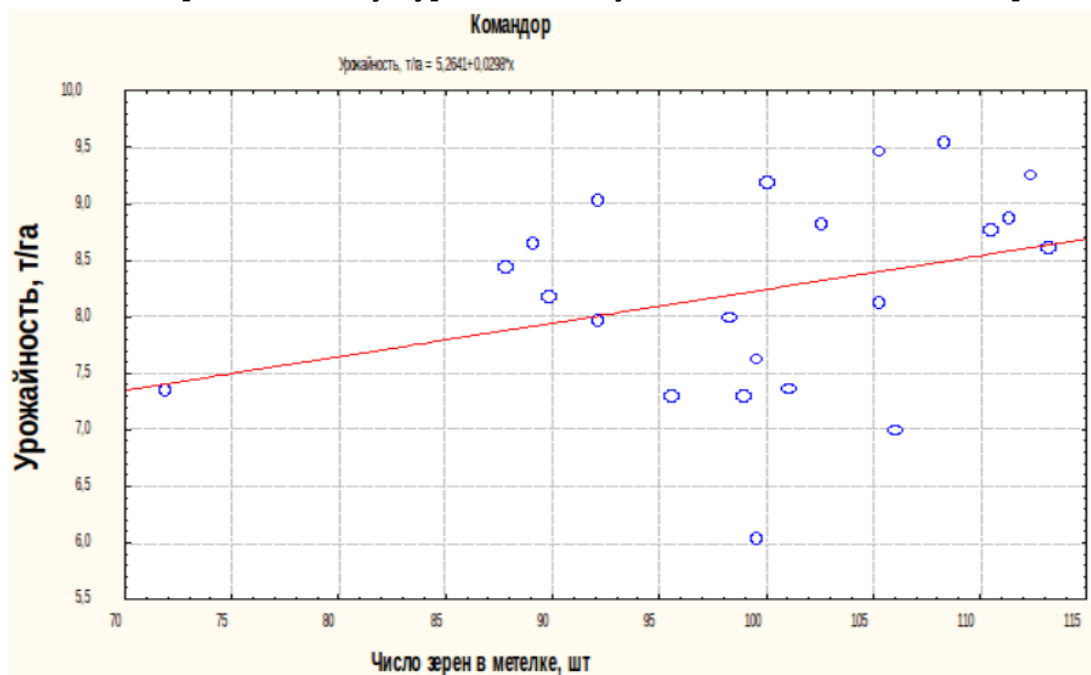


Рисунок 5. Взаимосвязь урожайности и числа зерен в метелке сорта риса Командор

У сорта Кубояр рост урожайности за счет увеличения числа зерен в метелке менее выраженный – 0,055 т/га на 10 зерен. Наиболее продуктивными являются варианты с числом зерен в метелке 100-105 штук (рис. 6).

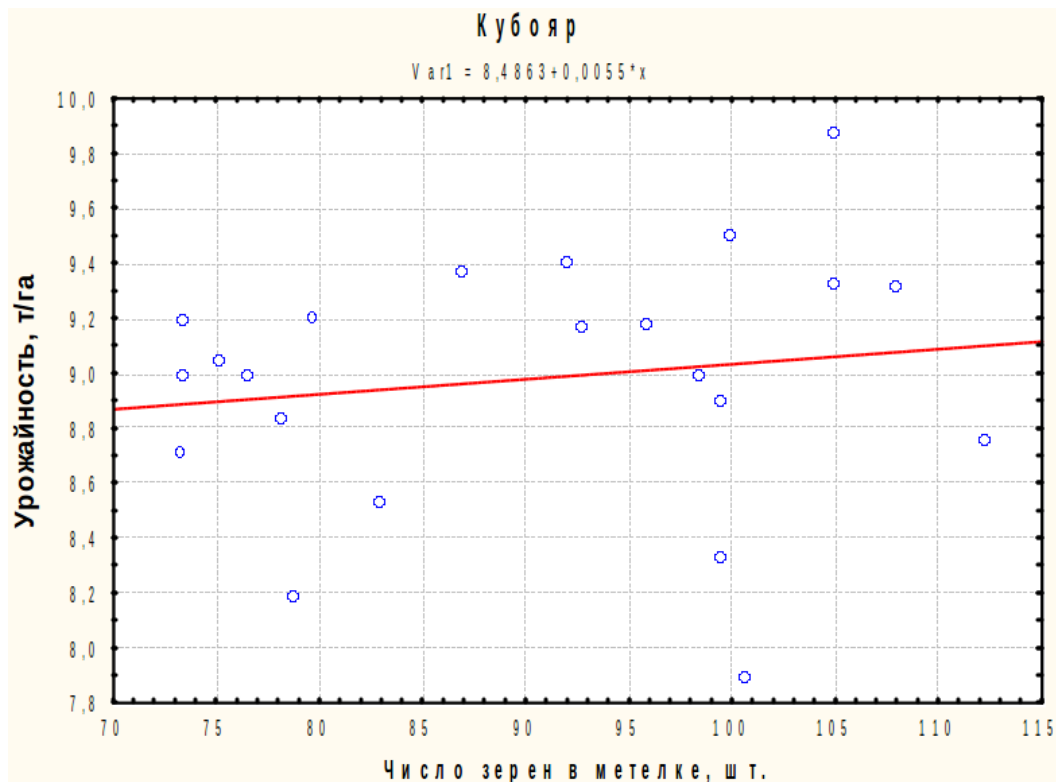


Рисунок 6. Взаимосвязь урожайности и числа зерен в метелке сорта риса Кубояр

При сопоставлении признака «число продуктивных стеблей» и урожайности с помощью регрессионного анализа было установлено, что у сорта Магнат наиболее продуктивными, до 10 т/га, вариантами обработок стимуляторами являются те, у которых сформировалось 260-280 шт. продуктивных стеблей на 1 м². Урожайность увеличивалась на 0,57 т/га при увеличении числа продуктивных стеблей на каждые 20 штук (рис. 7).

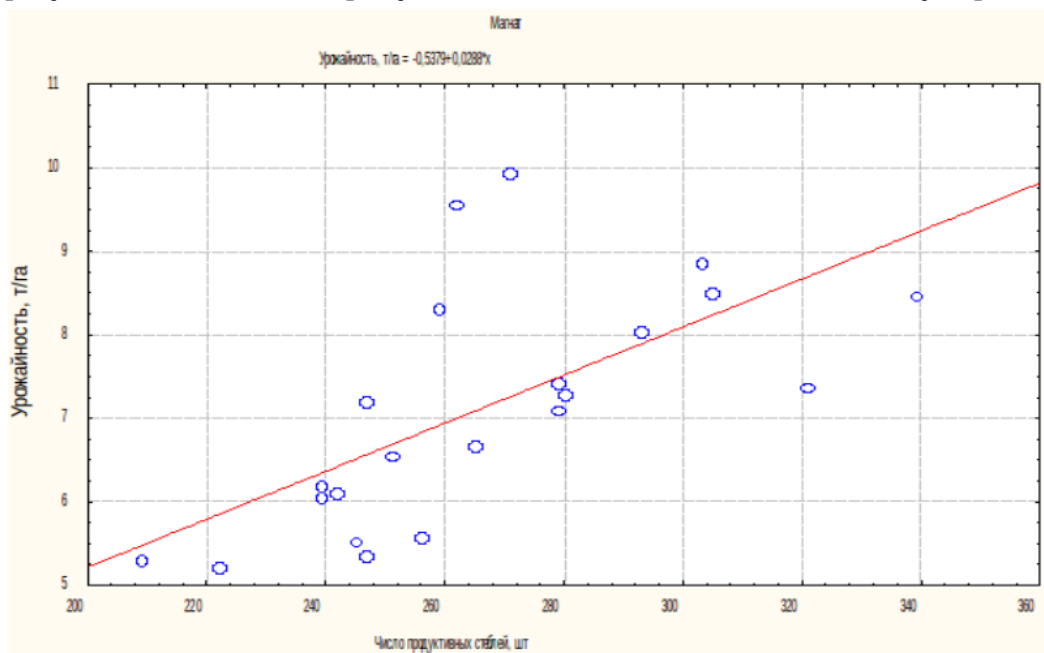


Рисунок 7. Взаимосвязь урожайности и числа продуктивных стеблей у сорта риса Магнат

Для сорта Командор наиболее урожайными, до 9,5 т/га, оказались варианты, в которых было сформировано 300-320 стеблей на 1 м². При увеличении числа продуктивных стеблей на 20 штук урожайность увеличивалась на 0,28 т/га (рис. 8).

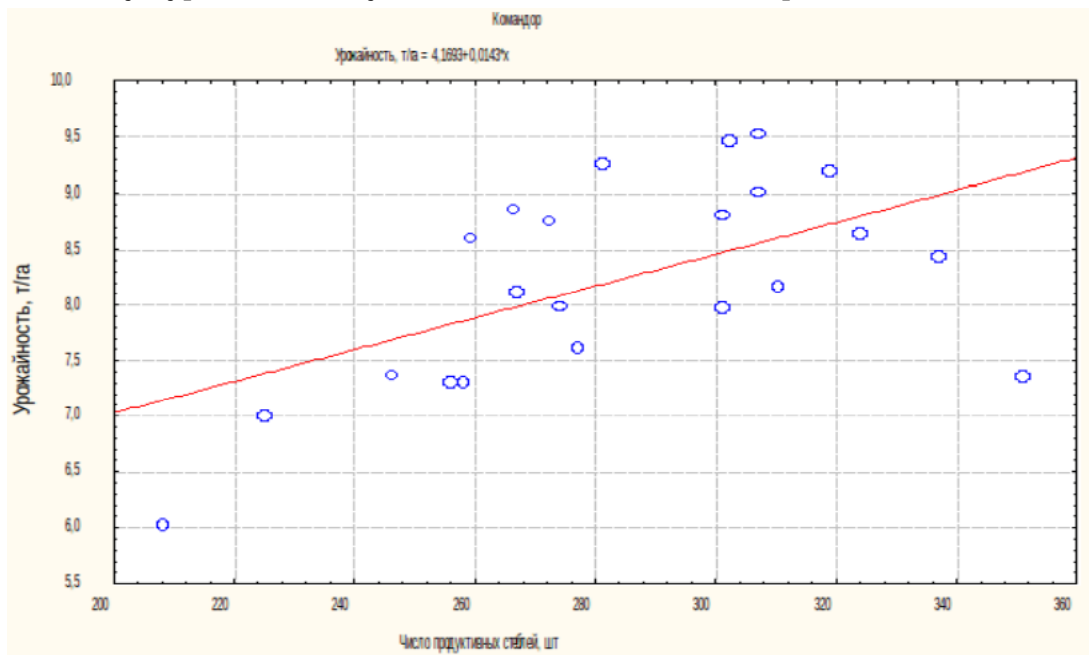


Рисунок 8. Взаимосвязь урожайности и числа продуктивных стеблей у сорта риса Командор

Сорт Кубояр формировал наивысшую урожайность, до 10 т/га, при 300-320 продуктивных стеблей на квадратный метр. При увеличении числа продуктивных стеблей на 20 штук урожайность увеличивалась в среднем на 0,08 т/га (рис. 9).

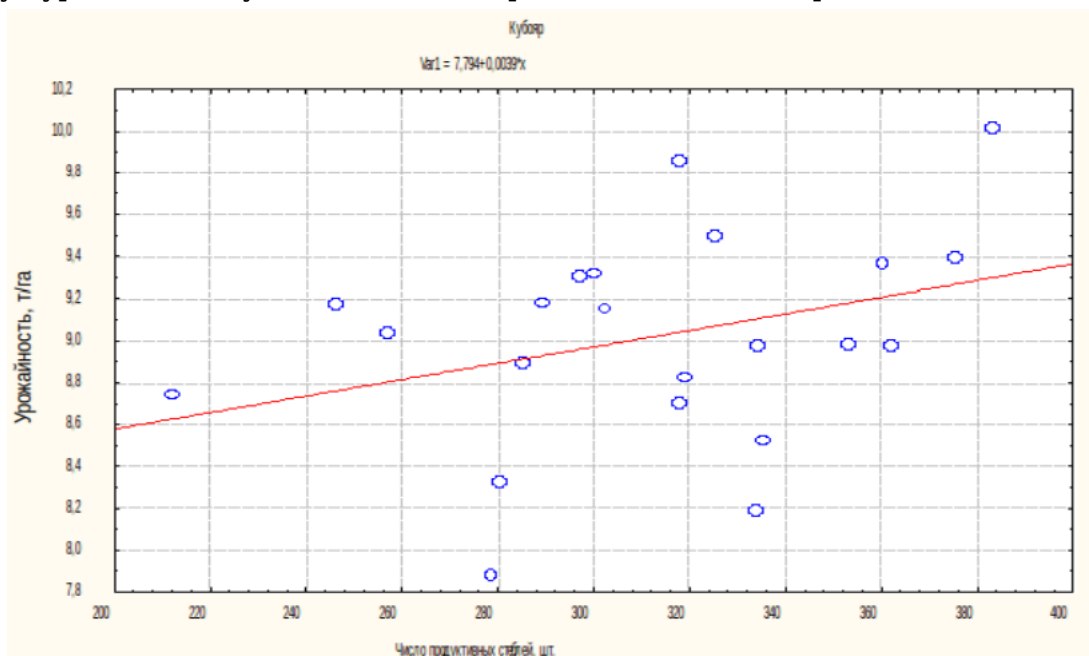


Рисунок 9. Взаимосвязь урожайности от числа продуктивных стеблей у сорта риса Кубояр

Взаимосвязь между признаком «масса 1000 зерен» и урожайностью у изученных сортов отсутствовала, т. к. наклон линии регрессии была близок к горизонтальному уровню. Максимальная урожайность у сорта риса Кубояр формировалась в вариантах с массой 1000 зерен 30,0-30,4 г; у Командора – 28,7-29,7 г; у Магната – 22-23 г.

Выводы

1. Стимулирующие препараты способствовали повышению зерновой продуктивности риса в зависимости от сорта и варианта обработки на 0,32-1,48 т/га, увеличению массы 1000 зерен, числа зерен в метелке и числа продуктивных стеблей.
2. С целью повышения урожайности зерна риса в производстве рекомендуется для сорта Командор обработка препаратами Басфолиар и Этихол (семена и листья), для Кубояра – Росток (листья) и Этихол (семена и листья), для Магната – Басфолиар (семена и листья), Росток (семена и листья) и Фертигрейн (листья). Экономическая эффективность их применения – 10-15 тыс. руб./га.

Список литературы:

1. Кефели, В.Н. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В.Н. Кефели. – М.: Наука, 1974. – 283 с.
2. Шевелуха, В.С. Регуляторы роста растений / В.С. Шевелуха. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
3. Гафуров Р.Г., Махмутова А.А. Новая группа синтетических ауксиновых биомиметиков: N- и O-бензилсодержащие соединения // Докл. РАН. 2003. – Т. 391. – С. 562-565.
4. Liquid Seaweed Extract Basfoliar Kelp SL / Интернет-ресурс: <http://www.compo-expert.com/en/home/service/brochures.html?key=1-6>
5. Минерал 22 / Интернет-ресурс <http://summit-agro.ru/catalog/udobreniya/mineral-22>
6. Грехова, И.В. Реакция овощных культур на гуминовый препарат // Коняевские чтения: Сб. статей Всероссийской научно-практической конференции. Офиц. приложение Аграрного вестника Урала. – Екатеринбург, 2007. – № 2(44). – С. 21-26.
7. Савенко, О.В. Подтверждая эффективность: система «Фертигрейн» на зерновых / О.В. Савенко // Аграрный вопрос (деловое издание АПК Рязанской области). – 2013. – № 12(56). – С. 20-22.
8. Костылев, П.И. Рекомендации по выращиванию риса в Ростовской области / П.И. Костылев, В.И. Степовой, А.А. Парфенюк. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. – 112 с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Тесля, М.В. Влияние стимуляторов на урожайность сортов риса в Ростовской области / М.В. Тесля, П.И. Костылев, Ю.П. Калиевская // Достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом: Международная научная конференция (Краснодар, 26-27 ноября 2015 г.). – Краснодар: ФГБНУ ВНИИ риса, 2015. – С. 141-148.

УДК: 633.321:631.52

ФОРМИРОВАНИЕ НОВОГО ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ТЕТРАПЛОИДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.)

Старшинова О.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса»,
141055, г. Лобня, Россия
E-mail: o.starshinova@bk.ru

В статье отражены результаты исследований по созданию высокогетерозисного тетраплоидного селекционного материала клевера лугового (*Trifolium pratensis* L.) с повышенной семенной и кормовой продуктивностью на основе использования линейного материала сортов Ранний 2 и ВИК 7 и географически отдаленных дикорастущих форм клевера.

Ключевые слова: клевер луговой, исходный материал, гибридизация, гетерозис, полиплоидия, тетраплоиды, семенная и кормовая продуктивность.

This article presents the results of research on creating tall-heterosising tetraploiding breeding material of red clover (*Trifolium pratensis* L.) with increased seed and forage productivity through the use of the linear material Rannyi 2 and VIK 7 and geographically distant wild forms of clover.

Key words: red clover, source material, hybridization, heterosis, poliploidia, tetraploid, seed and forage productivity.

Введение

Одним из главных резервов стабилизации и повышения эффективности сельскохозяйственного производства Нечерноземной зоны Российской Федерации является расширение площади посева многолетних бобовых трав. Среди кормовых культур решающее значение имеет клевер луговой, который является высокобелковой культурой, источником самой дешевой кормовой массы. В настоящее время перед селекционерами стоит задача создания сортов клевера лугового интенсивного типа, обладающих высокой продуктивностью, хорошим качеством корма, устойчивостью к заболеваниям, повышенной семенной продуктивностью [1, 2].

Как показывает опыт селекционной работы последних лет, наиболее перспективным методом в селекции клевера лугового является полиплоидия. Тетраплоидные сорта клевера характеризуются более высоким урожаем вегетативной массы, повышенным содержанием белка, устойчивостью к болезням, долголетием и рядом других хозяйственно-ценных признаков по сравнению с диплоидными сортами [3].

В настоящее время сельскохозяйственное производство нашей страны располагает небольшим количеством районированных сортов тетраплоидного типа клевера лугового.

Цель исследования

В связи с этим целью исследований является получение нового тетраплоидного исходного селекционного материала и создание на его основе высокопродуктивных, экологически приспособленных, устойчивых к стрессовым факторам сортов клевера лугового.

Материалы и методы

Для расширения генетического разнообразия при создании нового селекционного материала на базе селекционно-тепличного комплекса (СТК) нами была изучена коллекция дикорастущих форм клевера лугового разного эколого-географического происхождения: из Магадана, Бурятии, Южной Африки, Уругвая, Чили, Новой Зеландии и образец № 226 с маркером белоцветковости соцветий. В качестве стандартов использовали

районированные, высокопродуктивные, экологически адаптированные сорта, созданные отделом селекции и первичного семеноводства клевера ВНИИ кормов, среднеспелый ВИК 7 и раннеспелый Ранний 2. Вышеперечисленные образцы оценивали по следующим признакам: скороспелость, высота растений, степень опушения, наличие треугольного пятна на листовой пластинке, размер листовой пластинки, показатели семенной продуктивности (табл. 1).

Таблица 1. Морфо-биологическая характеристика образцов клевера лугового в условиях СТК

№ п/п	Количество дней вегетации	Опушенность	Наличие пятна на листовой пластинке	Высота растений, см	Размер листовой пластинки, см ²	% завязываемости	Масса 1000 семян, г
Вар. 1 (ВИК 7)	80	0	1	35,9	16,60	25	2,1
Вар. 2 (Ранний 2)	78	0	0	31,3	7,55	45	1,8
Вар. 3 (Магадан)	76	1	2	37,7	13,81	92	1,3
Вар. 4 (Бурятия)	79	1	1	35,4	13,49	72	2,2
Вар. 5 (№226)	75	0	2	43,4	14,00	69	1,8
Вар. 6 (ЮАР)	66	2	2	51,9	6,89	54	1,9
Вар. 7 (Уругвай);	66	1	1	61,1	11,38	61	2,2
Вар. 8 (ЮАР)	66	2	2	50,7	10,08	70	2,1
Вар. 9 (Чили)	68	1	2	49,6	13,12	77	2,3
Вар. 10 (Новая Зеландия)	66	2	1	56,8	9,04	66	2,1
Вар. 11 (Новая Зеландия)	69	2	2	46,1	11,95	95	2,2

Примечание: опушенность растений выражена через индексацию в единицах: 0 – отсутствие опушения, 1 – слабое опушение, 2 – сильное опушение; наличие признака треугольного пятна на листовой пластинке выражено через индексацию: 0 – отсутствие треугольного пятна, 1 – слабо выраженное треугольное пятно, 2 – сильно выражен признак "наличие треугольного пятна на листовой пластинке".

Результаты

Исследованиями было установлено, что клевер луговой южного происхождения в условиях СТК можно отнести к ультрараннеспелым, так как дата наступления фазы полного цветения опережала раннеспелый стандарт Ранний 2 в среднем на 9-12 дней; генотипы северного происхождения зацвели раньше на 1-5 дней, чем среднеспелый стандарт ВИК 7, следовательно, эти образцы можно отнести к среднеспелому типу развития.

По морфо-биологическим показателям все коллекционные образцы южного происхождения превышали стандарт Ранний 2 по высоте на 47-95% и размеру листовой пластинки на 19-58%. В результате наблюдений за ростом и развитием изучаемых растений было установлено, что образцы из южного полушария были сильно опушены, более высокорослы и с меньшим размером листовой пластинки, чем образцы из северных регионов страны. У всех изучаемых образцов наблюдалось наличие ярко выраженного треугольного пятна на листовой пластинке.

Были проведены исследования по оценке семенной продуктивности коллекционных образцов. Наибольший процент завязываемости наблюдали у образца из Магадана – 92% и образца из Новой Зеландии – 95%.

По массе 1000 семян все дикорастущие коллекционные образцы южного типа развития превышали стандарт Ранний 2 на 13-34%. Наименьшей массой 1000 семян обладал образец из Магадана – 1,3 г, при этом имея максимальный процент завязываемости – 92%.

Как известно, наиболее сильные проявления гетерозиса у клевера лугового отмечаются при вовлечении в гибридизацию образов значительно различающихся по биологическим особенностям, связанным с морфологическим строением и экологическими условиями формирования популяций [4].

Для получения гибридов с высоким гетерозисным эффектом были проведены скрещивания между линейным материалом I₅ сортов ВИК 7 и Ранний 2 и образцами разного эколого-географического происхождения.

В качестве материнских форм использовался линейный материал I₅ сортов ВИК 7 и Ранний 2, а в качестве отцовских форм – образцы из разных географических районов.

В условиях СТК полученные гибриды F₁ были оценены по морфо-биологическим признакам и кормовой продуктивности (табл. 2).

Таблица 2. Морфо-биологическая характеристика и продуктивность гибридов F₁ клевера лугового

Вариант	Высота растений, см	Количество, шт/ раст.		Сбор зеленой массы, г/раст.	Сбор сухой массы, г/раст.	Средний показатель прироста биомассы в сутки, мг/раст.
		стеблей	головок			
ВИК 7 (St)	70,6	3,2	6,8	41,8	7,2	90,0
№13	75,8	3,7	7,4	53,3	8,7	112,0
№14	86,6	4,2	10,6	63,8	11,4	179,0
№15	84,8	3,9	8,9	60,9	10,5	133,0
№16	68,4	3,8	3,6	33,7	5,3	82,0
№17	68,7	4,3	8,3	46,4	7,9	112,0
№18	91,3	3,7	8,0	55,3	9,4	122,0
№19	74,0	3,5	7,7	53,2	10,1	132,0
№110	65,9	3,7	7,6	43,1	6,7	103,0
№111	68,4	4,1	9,4	52,8	8,6	122,0
НСР ₀₅	6,05	0,88	2,58	8,21	-	-
Ранний 2 (St)	65,4	3,9	6,7	50,2	8,3	104,0
№23	75,3	4,5	8,7	62,0	9,1	114,0
№24	83,1	4,4	10,6	59,1	8,7	112,0
№25	82,4	4,2	10,7	60,0	9,3	120,0
№26	64,6	4,3	9,9	50,5	7,7	107,0
№27	64,4	4,0	7,9	40,4	6,3	89,0
№28	87,2	4,4	8,7	47,7	8,3	107,0
№29	76,1	4,1	9,5	53,4	8,9	124,0
№210	62,6	4,6	11,2	44,6	6,4	89,0
№211	62,9	3,8	6,8	41,6	6,0	93,0
НСР ₀₅	6,67	0,50	2,89	8,60	-	-

При оценке основных морфо-биологических показателей удалось выделить несколько гибридных комбинаций клевера лугового с наибольшим проявлением гетерозиса по:

- высоте – № 14, № 15, № 18, № 23, № 24, № 25, № 28, № 29, превышающие стандарты по этому показателю на 15-33%;
- количеству стеблей – № 14, № 17, № 111, № 23, № 24, № 28, № 210, превышающие стандарты на 13-34%;
- количеству головок – № 14, № 111, № 24, № 25, № 210, превышающие стандарты на 38-67%.

Гибриды № 14, № 15, № 18 по продуктивности зеленой массы с одного растения превысили сорт-стандарт ВИК 7 на 26-53%, и гибриды № 23, № 24, № 25 превосходили сорт-стандарт Ранний 2 на 18-24%.

По продуктивности сухой массы на одно растение отличились гибридные комбинации

№ 14, № 15, № 19, превысившие стандарт ВИК 7 на 40-58%, и № 23, № 25, № 29, и стандарт Ранний 2 – на 7-12%.

У семи гибридов клевера лугового наблюдали отрицательный гетерозисный эффект, так как данные по изучаемым показателям были значительно ниже, чем у исходных родительских форм (№ 16, № 17, № 110, № 27, № 28, № 210, № 211).

В результате анализа полученных данных для дальнейшей работы были отобраны гибриды F_1 , № 14, № 15, № 19, № 23, № 25, № 29, превосходившие стандарты по среднесуточному приросту сухого вещества на 10-99%, которые для закрепления гетерозисного эффекта были переведены на тетраплоидный уровень с использованием алкалоида колхицина (0,4%) методом вакуумной инфльтрации [5, 6].

Алкалоид колхицин также является мутантным агентом, в результате чего у растений S_0 поколения в фазе всходов отмечали изменения по морфологическим признакам: укороченный флаговый лист, двойной флаговый лист, деформированный 1-й настоящий лист, 3 семядольных листочка, бесхлорофильные проростки. В более поздние фазы вегетации отмечали такие изменения, как многоголовчатость, более темная окраска листьев, увеличенные размеры.

В S_0 поколении растения являются миксоплоидами, так как генеративные органы одного растения несут диплоидный и полиплоидный набор хромосом. Отбор тетраплоидных соцветий у химерных растений клевера лугового проводили по размеру и форме пыльцевых зерен с помощью микроскопа (табл. 3).

Таблица 3. Выход миксоплоидных растений клевера лугового в S_0 поколении

№ образца	Количество высаженных растений, шт.	Количество выживших растений, шт.	Выживаемость, %	Количество миксоплоидных растений, шт.	Выход миксоплоидов, %
№14	100	82	82	20	24
№15	100	82	82	14	17
№19	100	86	86	20	23
№23	100	97	97	14	14
№25	100	74	74	13	18
№29	100	72	72	3	4

В исследованиях выход миксоплоидных форм в S_0 поколении варьировал от 4 до 24% в зависимости от образца. У образца № 29 было выделено только три миксоплоидных растения, в результате чего, этот номер был исключен из дальнейших исследований. Отобранные тетраплоидные соцветия скрещивали между собой по вариантам для получения семенного потомства S_1 поколения. Были проведены исследования по отбору истинных тетраплоидных форм в S_1 поколении с использованием цитологического анализа пыльцевых зерен и морфо-биологических характеристик растений.

Полиплоидные гибриды имели хорошую лабораторную всхожесть (88-96%) и выживаемость (85-96%). В ходе оценки в S_1 поколении было отобрано 122 тетраплоидных генотипа: из образца № 14 – 55%, № 15 – 88%, № 19 – 55%, № 23 – 35%, № 25 – 96%.

В 2015 году была проведена оценка S_2 поколения клевера лугового по основным морфо-биологическим признакам и кормовой продуктивности по сравнению с исходными диплоидными сортами Ранний 2, ВИК 7 и тетраплоидным сортом Марс (табл. 4).

В результате изучения полиплоидных растений по морфо-биологическим показателям удалось выделить образцы по:

- количеству стеблей – № 14, № 15, № 25, которые превышали сорта-стандарты Ранний 2 и ВИК 7 на 36-48%, сорт Марс – на 62-76%;
- количеству соцветий – № 15, превышающий данные сортов-стандартов на 34-104%;
- продуктивности зеленой массы – № 14, № 15, № 19, № 23, № 25, которые превышали стандарты Ранний 2 на 45-100%, ВИК 7 – на 24-72%, Марс – на 28-78%;

- продуктивности сухой массы – № 14, № 15, № 19, № 23, № 25, превышающие стандарты Ранний 2 на 21-69%, ВИК 7 – на 12-56%, Марс – на 25-75%.

Таблица 4. Морфо-биологическая характеристика и кормовая продуктивность тетраплоидных аналогов гибридов F₁ клевера лугового С₂

Вариант	Высота, см	Количество, шт.			Продуктивность зеленой массы, г/раст.	Продуктивность сухой массы, г/раст.	Содержание протеина, %	Сбор сырого протеина, г/раст.
		стеблей	междоузлий	головков				
Ранний 2 (st ₁)	59,0	2,5	5,4	7,0	34,3	6,1	20,3	1,2
Вик 7 (st ₂)	65,2	2,5	6,1	5,9	39,8	6,6	15,7	1,0
Марс (st ₃)	55,2	2,1	5,4	4,6	38,6	5,9	18,9	1,1
№14	61,8	3,6	4,9	5,4	68,3	10,3	16,0	1,6
№15	69,5	3,7	5,3	9,4	68,0	9,7	15,8	1,5
№19	57,5	3,0	4,7	4,5	49,6	7,4	18,0	1,3
№23	64,4	2,9	5,3	6,7	58,9	8,7	15,2	1,3
№25	64,1	3,4	5,2	6,5	60,4	9,8	17,9	1,7
НСР ₀₅	4,64	0,66	0,47	2,35	6,36	-	-	-

Выводы

Создание высокогетерозисных гибридов клевера лугового на основе линейного материала и географически отдаленных образцов и закрепление гетерозиса в последующих поколениях методом полиплоидизации является перспективным направлением селекции.

Список литературы:

1. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового / А.С. Новоселова, В.М. Косолапов, З.Ш. Шамсутдинов и др. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – 288 с.
2. Основные виды и сорта кормовых культур: Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В.М. Косолапов, Г.И. Ившин, З.Ш. Шамсутдинов и др. – М.: Наука, 2015. – 545 с.
3. Новоселова, А.С. Гетерозис / А.С. Новоселова, М.И. Рубцов, Ю.М. Писковацкий. – Минск: «Наука и техника», 1982. – С. 82-90.
4. Новоселов, М.Ю. Селекция клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / М.Ю. Новоселов. – М., 1999. – 184 с.
5. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера / З.Ш. Шамсутдинов, А.С. Новоселова, С.А. Бекузарова и др. – М., 2002. – 72 с.
6. Новоселов, М. Ю. Создание тетраплоидного селекционного материала клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) / М.Ю. Новоселов, О.А. Старшинова // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Материалы Международной научно-практической конференции. – Киров, 2015. – С. 165-169.

УДК 634.222

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОРТОВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ СЕЛЕКЦИИ МОС ВИР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ¹

Степанов И.В., Супрун И.И., кандидат биологических наук,

Токмаков С.В., кандидат биологических наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт

садоводства и виноградарства», 350072, г. Краснодар, Россия

E-mail: ivstepanof@gmail.com

Работа направлена на проведение оценки генетического разнообразия и определение степени генетического родства сортов сливы домашней селекции МОС ВИР с применением метода SSR-маркирования. В исследованиях был выявлен высокий уровень аллельного полиморфизма SSR маркеров, свидетельствующий о достаточно обширном генетическом материале, использованном при создании сортов сливы домашней.

Ключевые слова: SSR-маркеры, слива домашняя, ДНК-анализ.

This study directed on assess the genetic diversity and phylogenetic relationship of plum varieties breeding MOSS VIR using the method of marking SSR. In the high level of allelic polymorphism of SSR markers were detected indicative of fairly extensive genetic material used to create varieties of plum.

Key words: SSR-markers, european plum, DNA-analysis.

Введение

Применение микросателлитных (SSR-) маркеров является на данный момент наиболее распространенным методом оценки генетического разнообразия плодовых культур. Микросателлиты – это участки ДНК, состоящие из повторяющихся идентичных мотивов. Каждый мотив представлен короткими последовательностями из нескольких (от 2 до 9) пар нуклеотидов. Размер микросателлитного локуса не должен превышать тысячи пар нуклеотидов, но в исследованиях чаще используются микросателлиты размером от 80 до 300 пар нуклеотидов. Полиморфизм микросателлитного локуса вызван различием аллелей друг от друга длиной, что связано с различием в количестве повторяющихся мотивов.

Популярность данного метода обусловлена совокупностью положительных сторон использования микросателлитов в качестве маркируемого участка генома.

Одной из важнейших характеристик маркеров является степень их полиморфности в рамках исследуемого таксона. Так как генетический анализ сельскохозяйственно ценных культур проводится на внутривидовом и реже – на внутривидовом уровне, то требования к полиморфности маркеров существенно повышаются по сравнению с генетическим анализом таксонов более высокого ранга. Микросателлиты, для которых характерна специфическая мутация вставки и выпадения повторяющихся мотивов, мутируют в тысячи раз чаще структурных генов. Благодаря данной особенности SSR относятся к высокополиморфным маркерным системам.

Второй, не менее значимой характеристикой, является воспроизводимость полученных результатов по маркерам. Большинство активно используемых в исследовательских работах высокополиморфных маркеров относятся к мультилокусным системам. В частности, на полиморфизме мультилокусных маркеров основаны такие широко распространенные методы, как RAPD, ISSR, AFLP, IRAP, RFLP. Однако результаты, полученные с использованием вышеперечисленных методов, во многом зависят от условий проведения анализа, и часто требуется повторное проведение анализа для получения достоверных данных по полиморфизму. Сильная зависимость от условий затрудняет сопоставление полученных сведений с результатами, полученными в другой лаборатории.

Для микросателлитных маркеров подобная проблема отсутствует. Отклонения в оценке длины отдельных аллелей минимальны и во многом зависят от способа визуализации данных.

В генетических исследованиях родословных сортов для определения родительских форм немаловажным показателем является кодоминантность маркера. Микросателлитные маркеры кодоминантны по своей природе, этот факт служит дополнительным аргументом в пользу применения микросателлитных маркеров в генетических исследованиях плодовых культур.

Одной из наиболее трудных для генетических исследований плодовых культур является слива домашняя. В отличие от большинства плодовых культур слива домашняя – гексаплоидный вид, возникший путем сложной межвидовой гибридизации. Тем не менее, в связи с высокой сельскохозяйственной значимостью сливы домашней, изучение ее генетического разнообразия и потенциала всегда представляло большой интерес. В генетических исследованиях сливы домашней были апробированы различные типы маркерных систем [1, 2; 3; 4]. Первые молекулярно-генетические исследования сливы с применением ДНК-маркеров основывались на методах RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) [3] и RFLP [2] генотипирования.

Несмотря на то что метод SSR-маркирования широко внедрен в исследовательскую практику важнейших косточковых культур [5; 6; 7], в настоящее время полиморфизм SSR-локусов сливы домашней слабо изучен на мировом генофонде.

Однако немногочисленные работы, в которых применяется метод SSR-маркирования, продемонстрировали его высокую эффективность в качестве инструментов для молекулярно-генетической характеристики сортов [8,9,10].

Накоплению сведений о генетическом разнообразии и родстве сортов сливы домашней мировой селекции способствуют локальные исследования местных сортов и сортоформ. Целью настоящей работы является оценка генетического разнообразия и филогенетического родства отечественных сортов сливы домашней селекции МОС ВИР на основе SSR-маркирования с последующим сопоставлением результатов с данными по генотипам, контрастным по происхождению.

Материалы и методы

Для исследования были отобраны молодые листья 11 генотипов сливы домашней из коллекции Крымской опытно-селекционной станции и Майкопской опытной станции Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова: Кабардинская ранняя, Ренклюд зеленый, Венгерка ВИРа, Венгерка местная, Майкопчанка, Венгерка майкопская, Венгерка шунтукская, Венгерка шунтушка, Мирабель маленькая, Изюм Эрик крупноплодный, Астрахань 2. Из 11 сортов 6 были созданы на Майкопской опытной станции ВИР. Также в качестве аутгруппы относительно генотипов сливы домашней был взят сорт алычи Шунтукская 15.

ПЦР проводили с выполнением предварительной оптимизации ряда параметров, таких, как температура отжига праймеров, длительность циклов отжига праймеров и элонгации, общее количество циклов, концентрация дезоксинуклеотидтрифосфатов, праймеров. Для SSR-генотипирования были использованы ранее апробированные нами два мультиплексных набора маркеров: 1 мультиплекс (UDP98-407, BPCCT002, UDP98-410, UDP98-409), 2 мультиплекс (EMPaS06, UDP98-022, BPPCT025, Ps12a02a).

В состав ПЦР смеси, общим объемом 25 μ L, входили 50 нг ДНК, 0,25мМ dNTPs, 0,2 μ M каждого праймера; 2,5 μ L 10-кратного реакционного буфера (ООО «Сибэнзим»), 1 единица Taq-полимеразы. ПЦР-программу проводили по следующей схеме: 3 мин. при 94 °C – начальная денатурации, следующих 35 циклов: 45 секунд денатурации при 94 °C, 45 сек. отжиг праймеров при 58 °C, 45 сек. синтез при 72 °C; последний цикл синтеза – 4 мин. 30 сек. при 72 °C. Анализ размеров амплифицированных фрагментов проводили на автоматическом генетическом анализаторе ABI prism 3130. Обработку данных осуществляли в программе Gene Mapper 3.0.

Результаты

Использованные в работе SSR-маркеры проявили высокий уровень полиморфизма для выборки из 11 генотипов сливы домашней. Число установленных аллелей на локус варьировало в значениях от 8 до 17. Наиболее высокополиморфными маркерами оказались: Ps12a02a и EMPaS06 (17 аллелей). SSR-локусы UDP98-407 и UDP98-409 обладали наименьшим в наборе маркеров полиморфизмом (8 аллелей). В среднем у отобранных для работы микросателлитных маркеров было обнаружено 13,7 аллелей на локус. Таким образом, по всем использованным в работе маркерам было получено 103 аллелей, из которых лишь один был мономорфным (аллель размером 101 пар нуклеотидов у маркера UDP98-022), то есть присутствовал у всех изученных сортов сливы домашней. Число полиморфных аллелей, равное 102, является приемлемым для оценки генетических взаимосвязей в выборке из 11 генотипов.

Такое значительное число полиморфных аллелей, установленных у 11 генотипов сливы домашней, можно объяснить контрастностью выборки. Для сравнительной оценки уровня полиморфизма SSR-локусов, помимо сортов селекции МОС ВИР, были отобраны генетически отдаленные генотипы, относящиеся к различным сортотипам и подвидам сливы домашней: Астрахань 2 – типичная тернослива; Ренклюд зеленый – классический ренклюд, от которого ведет свое происхождение большинство современных ренклюдов; Кабардинская ранняя – венгерка, выведенная в Кабардино-Балкарии, Мирабель маленькая – разновидность слив мирабель, Изюм Эрик крупноплодный – сорт, относящийся к особому крымскому сортотипу.

Выборка сортов селекции МОС ВИР (Венгерка ВИРа, Венгерка местная, Майкопчанка, Венгерка майкопская, Венгерка шунтукская, Венгерка шунтучка) показала высокий уровень генетического полиморфизма по использованным в работе маркерам. В общей сложности было выявлено 82 аллеля по 8 SSR-маркерам, из них 81 – полиморфный. Таким образом, из 103 аллелей, выявленных в общей выборке генотипов сливы домашней, 82 аллеля были обнаружены у сортов селекции МОС ВИР. Из данных 82 аллелей 31 аллель был выявлен только у сортов, созданных в МОС ВИР. Такой высокий уровень аллельного полиморфизма SSR-маркеров свидетельствует о достаточно обширном генетическом материале, использованном при создании сортов сливы домашней на Майкопской опытной станции.

Для детальной филогенетической оценки исследуемых генотипов сливы домашней был проведен кластерный анализ на основе полученных с помощью SSR-генотипирования данных. Кластеризацию проводили методом UPGMA с применением коэффициента Дисе. Дендрограмма, построенная по результатам кластеризации отобранных для исследования генотипов, отображена на рисунке 1.

Генотипы сливы домашней из исследованной выборки формируют обособленную группу относительно аутгруппы, представленной генотипом алычи Шунтукская 15. В процессе кластеризации от основной группы домашней сливы отделилось два генотипа: Изюм Эрик крупноплодный и Астрахань 2. Высокое значение бутстрэпа (97) свидетельствует о большой степени достоверности генетической удаленности этих генотипов от остальных образцов сливы домашней.

Кластеры в группе, образованной сортами МОС ВИР, Мирабелью маленькой, Кабардинской ранней и Ренклюдом зеленым, обладали значительно более низким бутстрэпом. Низкий уровень бутстрэпа может быть вызван близким родством анализируемых сортов. Наличие общих предков, максимальная интеграция новых генотипов, представляющих селекционную ценность, в генофонд, а также повторные скрещивания сортов между собой создают общий пул аллелей микросателлитов. Подобная общность аллелей затрудняет достоверную кластеризацию сортов. Примечательно, что Ренклюд зеленый был определен в общий кластер с Венгеркой местной, а Мирабель маленькая близка к Венгерке шунтукской и Венгерке шунтучке.

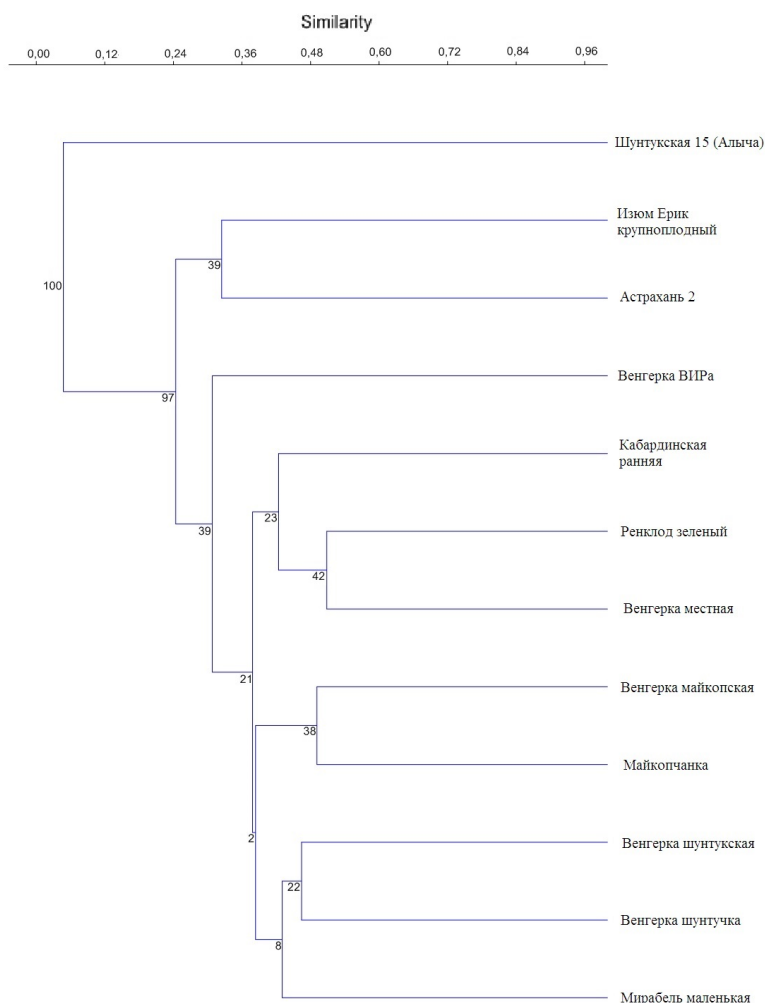


Рисунок 1. Кластерный анализ выборки генотипов сливы домашней

Такая близость различных сортотипов может быть объяснена успешной практикой скрещивания сортотипов между собой. Примером может послужить Венгерка кавказская, имеющая в родителях Ренклюд Алтана, и активно используемая для создания новых сортов, относящихся к венгеркам. Таким образом, кластерный анализ показал генетическую близость между сортами МОС ВИР. Сорта Кабардинская ранняя, Ренклюд зеленый, Мирабель маленькая также вошли в одну группу с сортами селекции МОС ВИР, что свидетельствует об общности их генплазмы. Единственными генотипами, достоверно образовавшими отдельную группу, являются Изюм Эрика и Астрахань 2.

Выводы

В результате анализа полученных в ходе SSR-генотипирования сортов селекции МОС ВИР были сделаны следующие выводы:

1) В процессе создания сортов сливы домашней на МОС ВИР использовался достаточно обширный генетический материал, сопоставимый по разнообразию с отобранными для работы контрастными генотипами.

2) Несмотря на то что большинство изученных сортов селекции МОС ВИР фенотипически можно отнести к венгеркам, в их создании участвовали другие сортотипы. Так, нами была установлена общность аллелей SSR-локусов сортов МОС ВИР с генотипами ренклода и мирабель.

3) В связи с вышеперечисленным сорта МОС ВИР представляют селекционный интерес и могут способствовать обогащению генофонда сливы домашней при включении их в селекционные программы.

Авторы выражают признательность сотруднику МОС ВИР Демченко Т.И. и сотруднику КОСС ВИР, академику РАН Еремину Г.В. за предоставленный для работы растительный материал.

Работа выполнена при поддержке РФФИ: проект № 16-44-230260 р_а

Список литературы:

1. Malusa, E., A new method to study genetic variation of vegetals for breeding purposes. Note I : Study on Prunus. / E. Malusa, A. Marchesini // Fitoterapia. - 1993. - № 64. - P. 427-432.
2. Badenes, M.L. Phylogenetic relationships of cultivated Prunus species from an analysis of chloroplast DNA variation / M.L. Badenes, D.E. Parfitt // Theor. Appl. Genet. - 1995. - № 90. - P. 1035-1041.
3. Genetic diversity of Prunus rootstocks analysed by RAPD markers / A.M. Casas, E. Igartua, G. Balaguer, M.A. Moreno // Euphytica. - 1999. - № 110. - P. 139-149.
4. Genetic diversity of plums characterized by random amplified polymorphic DNA analysis. / T. Shimada, H. Hayama, T. Haji, M. Yamaguchi et al // Euphytica. - 1999. - № 109. - P. 143-147.
5. Downey, S.L. Polymorphic DNA Markers in Black Cherry Prunus serotina are identified using sequences from Sweet Cherry, Peach and Sour Cherry / S.L. Downey, A.F. Iezzoni // J. of Am. Soc. of Hort. Science. - 2000. - № 125. - P. 76-80.
6. Characterisation of microsatellite markers in peach Prunus persica L Batsch. / B. Sosinski, M. Gannavarapu, L.D. Hager, L.E. Beck et al // Theoretical and Applied Genetics. - 2000. - № 101. - P. 421-428.
7. Development of microsatellite markers in peach Prunus persica L. Batsch and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry Prunus avium L. / E. Dirlewanger, P. Cosson, M. Tavaud, M.J. Aranzana, et al. // Theor. Appl. Genet. - 2002. - № 105. - P.1 27-138.
8. Microsatellite markers in the hexaploid Prunus domestica species and parentage lineage of three European plum cultivars using nuclear and chloroplast simple-sequence repeats /V.Decroocq, L.S. Hagen, M.-G. Fave, J.-P. Eyquard et al. // Molecular Breeding. - 2004. - № 13. - P. 135-142.
9. Phenotypic variability and genetic structure in plum (Prunus domestica L.), cherry plum (P. cerasifera Ehrh.) and sloe (P. spinosa L.) / A. Horvath, E. Balsemin, J.-C. Barbot, H Christmann, et al. - 2011. - № 129. - P. 283-293.
10. Gharbi, O. Characterization of accessions of 'Reine Claude Verte' plum using Prunus SRR and phenotypic traits / O. Gharbi, A. Wünsch, J. Rodrigo // Scientia Horticulturae. - 2014. - № 169. - P. 57-65.

УДК 633.11:631.51:631.82

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Стукалов Р.С., аспирант

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
356241, г. Михайловск, Россия
E-mail: Stukalov.roma@mail.ru*

В среднем за 2013-2015 гг. прибавка урожая зерна озимой пшеницы при возделывании по традиционной технологии с внесением рекомендованной и расчетной доз минеральных удобрений составила 1,58-1,82 т/га (59,2-68,2%), тогда как по технологии без обработки почвы - 2,61-2,87 т/га, или 103,2-113,4%. Возделывание озимой пшеницы по технологии без обработки почвы с внесением рекомендованной дозы минеральных удобрений обеспечивает самую высокую прибыль и рентабельность производства зерна - 23123 руб./га и 132,3%.

Ключевые слова: озимая пшеница, традиционная технология, технология без обработки почвы, удобрения, урожайность, прибыль, рентабельность.

On average for 2013-2015 gg. yield increment of winter wheat in the cultivation of the

traditional technology with entering of the recommended and calculated doses of mineral fertilizers amounted to 1,58-1,82 t/ha (59,2-68,2%), whereas on technology without processing of the soil - 2,61-2,87 t/ha, or 103,2-113,4%. Cultivation of winter wheat on technology without processing of the soil with introduction of the recommended dose of mineral fertilizers provides the highest profit and profitability of production of grain - 23123 rub/ha and 132,3%.

Key words: *winter wheat, traditional technology, technology without tillage, crop capacity, earnings, profitability.*

Введение

В Ставропольском крае озимая пшеница является основной сельскохозяйственной культурой, которую возделывают с применением отвальной, безотвальной или комбинированной обработки почвы, промежуточных и предпосевных культиваций [1]. Все проводимые операции по обработке почвы приводят к росту производственных затрат, а в связи с ежегодным ростом цен на горюче-смазочные материалы, минеральные удобрения, средства защиты растений затраты на один га посева становятся еще более существенными, что приводит к снижению экономической эффективности возделывания культуры [2]. Поэтому в современном аграрном производстве одной из важнейших задач является внедрение ресурсосберегающих технологий. Одной из них является технология возделывания без обработки почвы, которую в мире принято называть технологией (No-till) или технологий прямого посева [3].

Цель исследований

В связи с этим целью наших исследований являлось установление закономерности роста, развития, урожайности и качества зерна озимой пшеницы при возделывании по традиционной технологии и технологии без обработки почвы, а также рекомендованной и расчетной доз внесения минеральных удобрений на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Материалы и методы

Полевые исследования проводили в 2012-2015 гг. на опытном поле Ставропольского НИИ сельского хозяйства, расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 3000-3200 °С, за год выпадает 540-570 мм осадков, но их выпадение по годам и периодам вегетации неравномерно. ГТК=0,9-1,1. Почва опытного участка - чернозем обыкновенный, мощный, тяжелосуглинистый.

Метеорологические условия во время вегетации озимой пшеницы в 2012-2013 гг. характеризовались повышенной температурой воздуха в течение года, дефицитом влаги осенью во время посева, в зимний период и обильным выпадением осадков перед уборкой. Погодные условия 2013-2014 гг. характеризовались значительными осадками в сентябре, снежной зимой и осадками в мае, превысившими среднемноголетнюю норму в 2 раза. В 2014-2015 гг. наблюдались обильные осадки в сентябре и второй декаде октября, зима была теплее обычного на 2-3 °С со среднемноголетним количеством осадков, отмечались сильные дожди в первой декаде мая и засуха в июне во время налива и созревания зерна озимой пшеницы.

Исследования проводили в многолетнем стационарном опыте. Озимая пшеница сорта Виктория одесская возделывается в севообороте: соя - озимая пшеница - подсолнечник - кукуруза. Севооборот развернут в пространстве всеми полями. Делянки в опыте размещены в 2 яруса. Первый ярус - традиционная технология, второй - технология без обработки почвы. Повторность опыта - 3-х кратная, площадь делянки - 300, учетная - 90 м².

В опыте изучали три дозы внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу: рекомендованную научными учреждениями региона ($N_{90}P_{60}K_{60}$), расчетную ($N_{160}P_{90}K_{60}$) - для получения 6,0 т/га зерна, контрольную - удобрения не вносили. Рекомендованную дозу удобрений вносили дробно: вразброс перед севом (250 кг/га нитроаммофоски), сеялкой при посеве (125 кг/га нитроаммофоски) и в весеннюю подкормку (88 кг/га аммиачной селитры). Расчетную дозу удобрений тоже вносили дробно: перед посевом вразброс (250 кг/га

нитроаммофоски в смеси с аммофосом 58 кг/га), сеялкой при посеве (125 кг/га нитроаммофоски), в весеннюю подкормку (176 кг/га аммиачной селитры) и в фазе колошения (65 кг/га мочевины). По традиционной технологии удобрения вносили под предпосевную культивацию, а по технологии без обработки почвы – по растительным остаткам сои перед посевом озимой пшеницы. Посев озимой пшеницы по традиционной технологии проводили сеялкой СЗ-3,6, а по технологии без обработки почвы – сеялкой прямого посева Жимитал (до и после посева гербицид из группы глифосатов не вносили). Уход за посевами в течение вегетации по обеим технологиям был одинаковым.

Учеты и наблюдения проводили общепринятыми методами, согласно методических указаний Б.А. Доспехова [4]. Фенологические наблюдения, подсчет густоты стояния растений и другие сопутствующие наблюдения проведены в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Агрофизические показатели почвы определены по методикам Б.А. Доспехова, И.П. Васильева, А.М. Туликова [6]. Экономическая эффективность технологий и доз вносимых удобрений определена по методике института экономики [7].

Результаты

Технологии возделывания озимой пшеницы оказали существенное влияние на содержание продуктивной влаги. По технологии без обработки почвы содержание влаги в метровом слое было больше, чем по традиционной, как перед посевом, так и в течение всего вегетационного периода, и разница достигала от 11,2 до 32,0% [8]. Этому способствовали растительные остатки, остающиеся на поверхности, которые обеспечивали большее накопление снега зимой, снижение температуры почвы летом и уменьшение скорости ветра в приземном слое. К полной спелости содержание почвенной влаги по обеим технологиям становится одинаковым. То есть дополнительно накопленная влага по технологии без обработки почвы растения озимой пшеницы используется для формирования урожая.

Проводимые обработки почвы по традиционной технологии возделывания повлияли на плотность сложения верхнего десятисантиметрового слоя почвы. На момент посева по традиционной технологии и в начальный период вегетации слой почвы 0-10 см имел плотность всего 0,98 г/см³. Такая почва является чрезмерно вспушенной и приводит к излишним потерям влаги за счет физического испарения (мы наблюдали это в своих исследованиях). Так, после проведения основной и предпосевной обработок почвы происходит снижение содержания продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см до 14,1 мм, или на 7,9 мм (34,8%), снижение в еще в большей степени наблюдалось в посевном слое почвы (0-10 см) – с 11,0 до 5,7 мм или в 1,9 раза. Это обусловлено интенсивным испарением продуктивной влаги не только с поверхности, но и со всего обработанного слоя почвы, что в свою очередь снижает полевую всхожесть растений.

При возделывании озимой пшеницы по технологии без обработки почвы плотность почвы в верхнем слое перед посевом была плотнее – 1,19 г/см³, что является оптимальной для роста и развития растений. В период зимнего покоя и весенней вегетации плотность почвы по обеим технологиям возделывания была практически одинаковой и находилась в пределах оптимальных значений для произрастания растений на черноземных почвах. Вносимые минеральные удобрения не оказали существенного влияния на агрофизические свойства почвы по обеим технологиям возделывания.

Все эти факторы оказывали влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы. Большую вегетативную массу и площадь листовой поверхности растения сформировали при возделывании по технологии без обработки почвы с внесением минеральных удобрений, что способствовало получению более высокой урожайности по сравнению с посевами по традиционной технологии с внесением минеральных удобрений. Однако растения, выращенные по нулевой технологии и без внесения удобрений, уступали по показателям пшеницы в условиях традиционной технологии [9].

Так, при возделывании озимой пшеницы без внесения удобрений по технологии без

обработки почвы во все годы исследований наблюдалось снижение урожайности по отношению к традиционной технологии на 0,14 т/га или на 5,2%, что мы связываем с потреблением микроорганизмами, разлагающими растительные остатки, нитратного азота, выделяемого при текущей нитрификации (таблица 1).

Таблица 1. Влияние технологии и удобрений на урожайность озимой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.)

Технология	Доза удобрения	Урожайность, т/га				Прибавка урожая			
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	от технологии		от удобрений	
						т/га	%	т/га	%
Традиционная	без удобрений	2,92	2,26	2,83	2,67	-	-	-	-
	рекомендованная	4,89	3,41	4,46	4,25	-	-	1,58	59,3
	расчетная	4,96	3,83	4,67	4,49	-	-	1,82	68,0
Без обработки почвы	без удобрений	2,84	2,17	2,58	2,53	-0,14	-5,2	-	-
	рекомендованная	6,05	3,90	5,47	5,14	0,89	20,8	2,61	103,2
	расчетная	6,18	4,46	5,56	5,40	0,91	20,4	2,87	113,4
НСР ₀₅		0,35	0,24	0,20	0,29	-	-	-	-

Урожайность зерна озимой пшеницы при возделывании по технологии без обработки почвы с внесением рекомендованной дозы минеральных удобрений в среднем за 3 года составила 5,14 т/га, расчетной дозы – 5,40 т/га, что по отношению к традиционной технологии достоверно выше вариантов с такими же дозами удобрений – на 0,89 и 0,91 т/га или на 20,8 и 20,4%.

Вносимые удобрения также обеспечили достоверную прибавку урожая зерна по обеим технологиям возделывания, но по традиционной технологии прибавка от внесения рекомендованной дозы удобрения составила 1,58 т/га или 59,3%, от расчетной – 1,82 т/га и 68,0%, тогда как при возделывании без обработки почвы, соответственно, – 2,61 т/га или 103,2% и 2,87 т/га или 113,4%. То есть применение минеральных удобрений в любой дозе более эффективно при возделывании озимой пшеницы без обработки почвы, чему способствует лучшая обеспеченность растений продуктивной влагой.

Более высокие показатели элементов структуры урожая сформировались при возделывании озимой пшеницы по технологии без обработки почвы при внесении минеральных удобрений, что и предопределило получение более высокой урожайности зерна по сравнению с традиционной технологией.

При возделывании озимой пшеницы по обеим технологиям с внесением минеральных удобрений, при практически одинаковом коэффициенте кущения, получено 405 и 432 шт./м² продуктивных стеблей по традиционной технологии и 540 и 503 шт./м² – по технологии без обработки почвы, что на 135 и 71 шт./м² достоверно больше. Однако при возделывании без внесения удобрений количество стеблей с колосом не существенно, но больше, чем по традиционной технологии – 325 против 313 шт./м² – по нулевой технологии.

Показатели количества и массы зерна с колоса озимой пшеницы при возделывании без внесения удобрений были также выше, чем по традиционной технологии, где количество зерен в колосе составило 41,2 шт., их масса – 1,68 г, а по технологии без обработки почвы – 36,4 шт. и 1,52 г. При внесении рекомендованной и расчетной доз удобрений растения по традиционной технологии сформировали 42,1 и 42,7 шт. зерновок с массой 1,72 и 1,71 г, по технологии без обработки почвы – 43,0 и 44,2 шт. с массой зерна 1,80 и 1,85 г с колоса.

Установлена средняя корреляционная зависимость между урожайностью озимой пшеницы и коэффициентом кущения ($r = 0,675$), количеством продуктивных стеблей ($r = 0,627$), а также массой зерна с колоса ($r = 0,580$).

В исследованиях зерно озимой пшеницы, выращенное по технологии без обработки

почвы, по качеству уступало зерну, полученному по традиционной технологии. Стекловидность зерна по традиционной технологии составила 48,3%, количество белка и клейковины – 14,1 и 26,7%; а по технологии без обработки почвы – 45,4, 12,9 и 24,1% соответственно. Одинаковые значения имели показатели качества клейковины (I группа) независимо от технологии выращивания. Более низкое качество зерна озимой пшеницы, выращенной по технологии без обработки почвы, можно объяснить более высокой урожайностью культуры по этой технологии. Однако, несмотря на меньшую концентрацию белка в зерне, валовое его производство с одного га посева выше по технологии без обработки почвы и составляет 558,1 кг/га, тогда как по традиционной технологии получено 535,8 кг/га, что на 22,3 кг или на 4,2% меньше. Вносимые удобрения повышали хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы по обеим технологиям, но более высокими они были по традиционной технологии.

По окончании трех лет исследований был проведен анализ зерна озимой пшеницы, полученного по обеим технологиям возделывания и всем дозам вносимых удобрений, на содержание остаточного количества глифосатной кислоты, и ни в одном образце она не обнаружена. Видимо, гербициды из группы глифосатов при попадании во внешнюю среду очень быстро разлагаются, и по этой причине не остаются и не накапливаются в получаемой продукции.

При возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии существенно возрастают производственные затраты в сравнении с технологией без обработки почвы и в большей степени – по таким статьям расходов, как: фонд оплаты труда – на 557 руб./га или 34,5%, и ГСМ – на 1750 руб./га или 59,1%. Такой рост производственных затрат по традиционной технологии возделывания обусловлен проведением основной и предпосевной обработок почвы, для чего необходимы почвообрабатывающая техника и мощные тракторы для их агрегатирования. Затраты на приобретение семян и ядохимикатов по обеим технологиям возделывания одинаковы. В целом производственные расходы на один га при возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии составили 19653 руб., по нулевой – 16001 руб., что на 3652 руб. или на 18,6% меньше.

Высокая стоимость минеральных удобрений также оказала существенное влияние на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы по обеим технологиям, но внесение рекомендованной дозы удобрений экономически оправдано, так как обеспечило получение самой высокой прибыли и рентабельности производства, а прибавка урожая, полученная при внесении расчетной дозы, не окупает затраты на приобретение удобрений.

Так, при внесении рекомендованной дозы удобрений по технологии без обработки почвы была получена самая высокая прибыль и рентабельность производства зерна по всем вариантам опыта – 23123 руб./га и 132,3%, а себестоимость тонны зерна составила 3401 руб. По традиционной технологии прибыль составила 12539 руб., а рентабельность производства – 59,6%, при себестоимости тонны зерна 4950 рублей (таблица 2).

Таблица 2. Влияние технологии возделывания и удобрений на экономическую эффективность озимой пшеницы (среднее за 2013-2014 гг.)

Показатель	Традиционная технология			Без обработки почвы		
	без удобрений	рекомендованная	расчетная	без удобрений	рекомендованная	расчетная
Выручка, руб./га	18423	33575	35471	17457	40606	42660
Затраты труда, чел.-ч./га	9,0	10,1	10,6	3,5	4,6	5,2
Затраты труда, чел.-ч./т	3,4	2,4	2,4	1,4	0,9	1,0
Затраты, руб./га	12117	21036	25807	8246	17483	22275
Себестоимость, руб./т	4538	4950	5748	3259	3401	4125
Прибыль, руб./га	6306	12539	9664	9211	23123	20385
Рентабельность, %	52,0	59,6	37,4	111,7	132,3	91,5

Применение расчетной дозы удобрений приводит к снижению показателей

экономической эффективности возделывания озимой пшеницы по обеим технологиям – по традиционной технологии рентабельность производства зерна снизилась до 37,4, по нулевой – до 91,5%. Поэтому более эффективно возделывать озимую пшеницу с внесением рекомендованной дозы минеральных удобрений по обеим технологиям.

Выводы

На черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края наибольшую урожайность и экономическую эффективность обеспечивает возделывание озимой пшеницы по технологии без обработки почвы с внесением рекомендованной научными учреждениями региона дозы минеральных удобрений – $N_{90}P_{60}K_{60}$. Увеличение дозы минеральных удобрений или отказ от их внесения, как и посев озимой пшеницы по традиционной технологии, приводит к снижению экономической эффективности.

Список литературы:

1. Жученко, А.А. Системы земледелия Ставрополя: монография / А.А. Жученко, В.И. Трухачев, В.М. Пенчуков [и др.]. – Ставрополь: АГРУС, 2011. – 844 с.
2. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 520 с.
3. Дридигер, В.К. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур по технологии прямого посева // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 16-18.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов // Изд. 5-е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Общая часть. – М.: Колос, 1971. – 248 с.
6. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
7. Боев, В.Р. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве / В.Р. Боев, А.А. Шутьков, А.Ф. Серков. – М.: РАСХН, 1999. – 260 с.
8. Дридигер В.К., Стукалов, Р.С. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и минеральных удобрений в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Бюллетень СНИИСХ – 2015. – № 7. – С. 76-87.
9. Стукалов, Р.С. Влияние технологии обработки почвы и удобрений на продуктивность озимой пшеницы при возделывании на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья / Р.С. Стукалов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – С. 8-11.

УДК 631.415: 631.454

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОБМЕННУЮ КИСЛОТНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Ткаченко А.В., аспирант, Кувшинова А.А., аспирант

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
308015, г. Белгород, Россия
E-mail: shelexej@rambler.ru*

Проведена оценка влияния минеральных удобрений на обменную кислотность чернозема типичного. Изученные почвы по уровню pH являются нейтральными. Внесение минеральных удобрений оказывает влияния на основные кислотные свойства почвы.

Ключевые слова: *черноземы, обменная кислотность, pH, минеральные удобрения.*

The influence of mineral fertilizers on the exchange acidity typical chernozem. Test the soil for pH level is neutral. Negative influence of mineral fertilizers is not observed.

Key words: *black earth, exchange acidity, pH, mineral fertilizers.*

Введение

Обследование почв сельскохозяйственного назначения и регулярные наблюдения за их состоянием имеют важнейшую мониторинговую функцию, так как одним из важнейших вопросов современного земледелия является сохранение плодородия почв. Деграция почв ведет к постепенному снижению объемов выращиваемой продукции и катастрофическим изменениям в окружающей среде [1, 2]. Плодородие почвы и направленность различных химических и биологических превращений, происходящих в ней, во многом зависят от кислотности среды [3]. Поэтому кислотно-основные свойства почвы занимают важное место среди педохимических показателей, которые должны контролироваться в ходе проведения почвенного мониторинга.

Как отмечалось ранее [4], одним из направлений деграции почв в Белгородской области является вторичная кислотность почв. По области вообще отмечается тенденция подкисления почв – нарастание доли кислых почв за счет уменьшения площади нейтральных и близких к нейтральным. В то же время в разных частях области проявляются разнонаправленные процессы: подкисление, особенно заметно в западных и центральных районах, а в юго-восточных степных районах почвы подщелачиваются из-за активной водной эрозии, приводящей к приближению к поверхности карбонатов. К локальному подщелачиванию приводят также добыча карбонатных пород и развитие цементной промышленности [5].

Минеральные удобрения могут оказывать отрицательное влияние на свойства почвы. Длительное применение их на кислых известкованных почвах приводит к снижению насыщенности почвы основаниями, повышает содержание токсичных соединений алюминия и токсичных микроорганизмов, ухудшает водно-физические свойства почвы, увеличивает объемный вес (плотность), уменьшает порозность почвы, ее аэрацию и водопроницаемость [6]. Негативное воздействие систематического применения минеральных удобрений проявляется в подкислении почвенного раствора. При снижении значения pH с 5 до 4 кислотность среды увеличивается в 10 раз [3].

Хотя среди практикующих агрономов распространено мнение об отсутствии заметного повышения pH при использовании умеренных доз минеральных удобрений, исследования показывают, что ежегодное внесение в течение ротации севооборота даже 38 кг/га аммиачной селитры и 70 кг/га действующего вещества хлористого калия увеличивает кислотность дерново-подзолистых суглинистых почв на глубину до 60 см [7].

Материалы и методы

Целью данного исследования является оценка влияния минеральных удобрений на уровень обменной кислотности типичных черноземов в склоновых агроландшафтах лесостепи. При этом pH солевой вытяжки определяли по стандартной методике потенциометрического определения на приборе pH-метр «testo 206» [8].

Исследование проводили на склоновых участках ландшафтно-полевого опыта лаборатории адаптивного растениеводства и агроэкологии ФГБНУ «БелНИИСХ». В склоновой части ландшафтно-полевого опыта выделены агроландшафтные контуры крутизной 1-3° и 3-5°. На каждом из данных контуров выделены удобряемый и удобряемый участки. Минеральные удобрения вносили каждую осень в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

По физико-географическому районированию исследуемый участок расположен в Осколо-Северскодонецком ПТК подзоны типичной лесостепи [9]. Почвы склона крутизной 1-3° представлены черноземом типичным малогумусным среднесильным слабосмытым тяжелосуглинистым, а на склоне крутизной 3-5° фоновой почвой является чернозем типичный малогумусный маломощный среднесильный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирались методом бурения скважин глубиной 1 м из слоев 0-30 см, 30-50 см, 50-60 см, 60-80 см и 80-100 см.

Результаты

На рисунке 1 представлена динамика обменной кислотности на опытных участках в исследуемый период; pH солевой вытяжки изучаемых почв изменялся в отдельных слоях

от 5,21 до 7,50, т. е. от слабокислого в верхнем слое (0-30 см) до нейтрального в нижних.

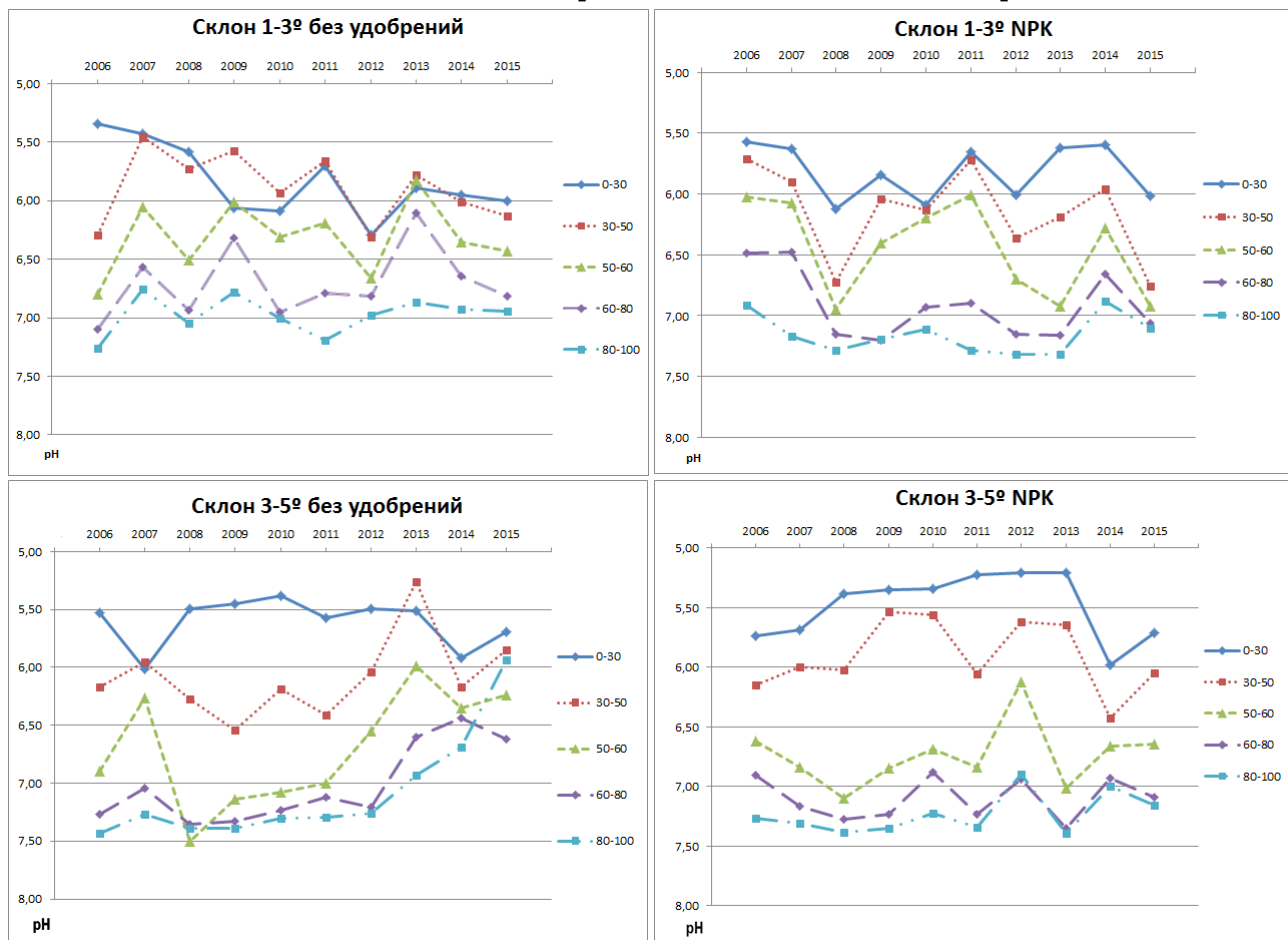


Рисунок 1. Динамика обменной кислотности в почвах опытных участков в исследуемый период

Негативного влияния на уровень обменной кислотности от внесения минеральных удобрений не наблюдается. На удобряемом участке склона крутизной 1-3° в слое 0-30 см почвенная реакция за 10 лет изменилась от слабокислой до близкой к нейтральной, а на удобряемом участке этого же агроландшафтного контура также в верхнем слое почвенная реакция изменилась с близкой к нейтральной на нейтральную. Аномальный рост уровня кислотности отмечен в 2015 году на удобряемом участке агроландшафтного контура крутизной 3-5° в слое 80-100 см, где реакция изменилась с нейтральной на близкую к нейтральной. Очевидно, что эта аномалия никак не связана с внесением минеральных удобрений и требует дополнительного изучения.

В таблице 1 представлен расчет основных статистических параметров для pH солевой вытяжки за исследуемый период (2006-2015 гг.). Коэффициент вариации незначителен, колеблется в разных слоях от 2 до 7 процентов. Минимальное значение pH солевой вытяжки установлено на удобряемом участке склона крутизной 3-5° в слое 0-30 см в 2012 и 2013 годах и составило 5,21. Максимальное значение pH отмечено на удобряемом участке склона крутизной 3-5° в слое 50-60 см в 2008 году и составило 7,50. Средние значения исследуемого показателя за весь период по всему профилю составляют: для удобряемого участка склона крутизной 1-3° – 6,34, для удобряемого участка этого же контура – 6,50; для удобряемого участка агроландшафтного контура крутизной 3-5° – 6,50; и для его удобряемого участка – 6,49. Согласно этим значениям исследуемые почвы по реакции своей среды являются нейтральными.

Таблица 1. Расчет основных статистических параметров для pH солевой вытяжки за исследуемый период (2006-2015 гг.)

Участок	Глубина, см	X _{среднее}	X _{макс.}	X _{мин.}	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Ошибка среднего	Доверительный интервал среднего 95%	Среднее по профилю
Склон 1-3° без удоб-рений	0-30	5,83	6,29	5,34	0,31	5	0,10	±0,19	6,34
	30-50	5,89	6,31	5,45	0,30	5	0,09	±0,18	
	50-60	6,31	6,79	5,82	0,30	5	0,10	±0,19	
	60-80	6,70	7,10	6,10	0,30	5	0,10	±0,19	
	80-100	6,97	7,26	6,76	0,16	2	0,05	±0,10	
Склон 1-3° НРК	0-30	5,82	6,12	5,57	0,22	4	0,07	±0,14	6,50
	30-50	6,15	6,76	5,71	0,37	6	0,12	±0,23	
	50-60	6,45	6,95	6,01	0,39	6	0,12	±0,24	
	60-80	6,92	7,20	6,48	0,28	4	0,09	±0,17	
	80-100	7,16	7,32	6,88	0,16	2	0,05	±0,10	
Склон 3-5° без удоб-рений	0-30	5,61	6,01	5,39	0,21	4	0,07	±0,13	6,50
	30-50	6,08	6,54	5,26	0,35	6	0,11	±0,22	
	50-60	6,70	7,50	5,99	0,49	7	0,15	±0,30	
	60-80	7,02	7,35	6,43	0,34	5	0,11	±0,21	
	80-100	7,09	7,43	5,94	0,47	7	0,15	±0,29	
Склон 3-5° НРК	0-30	5,48	5,98	5,21	0,27	5	0,09	±0,17	6,49
	30-50	5,91	6,43	5,53	0,30	5	0,09	±0,19	
	50-60	6,74	7,10	6,12	0,27	4	0,09	±0,17	
	60-80	7,10	7,35	6,88	0,17	2	0,06	±0,11	
	80-100	7,23	7,40	6,90	0,17	2	0,05	±0,10	

Выводы

На основании результатов проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Показатель pH солевой вытяжки исследуемых почв изменялся в отдельных слоях от 5,21 до 7,50. Минимальное значение установлено на удобряемом участке склона крутизной 3-5° в слое 0-30 см в 2012 и 2013 годах, максимальное – на неудодряемом участке склона крутизной 3-5° в слое 50-60 см в 2008 году.

2. Негативного влияния на уровень обменной кислотности от внесения минеральных удобрений не наблюдается, что можно объяснить высокой буферной способностью исследуемых почв.

3. Установлены незначительные изменения реакции исследуемых почв на склоне крутизной 1-3°: на его неудодряемом участке в слое 0-30 см почвенная реакция за 10 лет изменилась от слабокислой до близкой к нейтральной, а на удобряемом (также в верхнем слое) – с близкой к нейтральной на нейтральную.

4. Отмечен аномальный рост уровня обменной кислотности в 2015 году на неудодряемом участке агроландшафтного контура крутизной 3-5° в слое 80-100 см, что требует дополнительного изучения.

Список литературы:

1. Ковда, В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1985. – 363 с.
2. Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 261 с.
3. Безуглов, В.Г. Минеральные удобрения и свойства почвы / В.Г. Безуглов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2009 – № 2.
4. Петин, А.Н. Основы экологии и природопользования: учеб. пособие / А.Н. Петин, Л.Л. Новых, В.И.

- Петина. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 288 с.
5. Tkatschenko, A.W. Änderung des säure-basen-status und des humusgehaltes in den hintergrundböden des industriegebietes am gubkin bezirk im gebiet belgorod / A.W. Tkatschenko, I.E. Nowih, R.J. Storodschenko // Scientific Reports on Resource Issues. – Freiberg: Technische University Bergakademie, 2013. – V. 1. – Part 1. – P. 266-271.
6. Ковда, В.А. Основы учения о почвах, в 2 ч. / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Ч. 1. – 448 с.
7. Кнашис, В.Ю. Оптимизация реакции почвенной среды / В.Ю. Кнашис, Ю.А. Адомайтис, И.М. Богдевич и др. // Оптимальные параметры плодородия почв. – М.: Колос, 1984. – 271 с.
8. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв: учебник / Л.А. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
9. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. Атлас: / отв. ред. Ф.Н. Лисецкий. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2005. – 226 с.

УДК: 575.86:577:634.10

АНАЛИЗ SSR-ПОЛИМОРФИЗМА ПРИРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГРУШИ КАВКАЗСКОЙ В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Токмаков С.В., кандидат биологических наук,

Супрун И.И., кандидат биологических наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», 50072, г. Краснодар, Россия
E-mail: ad-a-m@mail.ru

Приведены результаты изучения генетической структуры популяций груши кавказской – *Pyrus communis subsp. caucasica* L. (syn. *Pyrus caucasica* Fed.) – в пределах западной части Главного Кавказского хребта, так называемого Черноморского Кавказа. Исследование направлено на изучение генетической структуры природных популяций груши кавказской и, кроме того, в дальнейшем, – выяснение степени генетического родства данного вида с автохтонными сортами Кавказа. В результате выполненной работы проведено изучение генетического разнообразия природных популяций *Pyrus caucasica*, определена внутривидовая и межвидовая изменчивость, описан выявленный генетический полиморфизм.

Ключевые слова: генетические ресурсы, биологическое разнообразие, *Pyrus caucasica*, ДНК-маркеры, SSR, фрагментный анализ.

In this study we will evaluate the genetic structure of populations of Caucasian pear – *Pyrus communis subsp. caucasica* L. (syn *Pyrus caucasica* Fed.) – in the western part of the Main Caucasian ridge, so-called Black Sea Caucasus. The aim of this study is to clarify the genetic relationship of Caucasian pear with the other species of *Pyrus*, as well as the cultural gene pool, with Caucasus autochthonous varieties. Microsatellite DNA markers are used to describe the genetic polymorphism. As a result of this work will be discription of the genetic diversity of natural *Pyrus caucasica* populations, intrapopulation and interpopulation variability will be defined and genetic polymorphisms will be described.

Key words: genetic resources, biodiversity, *Pyrus caucasica*, DNA-markers, SSR, fragment analysis.

Введение

Груша является одной из самых востребованных плодовых культур среди косточковых. Тем не менее происхождение домашней груши и систематический статус ряда представителей рода *Pyrus* является неясным. Это связано с тем, что видам рода *Pyrus* свойственна межвидовая гибридизация, соответственно, классификация имеющегося множества естественных гибридов затруднена. Более того, вклад различных видов из рода *Pyrus* в генофонд автохтонных сортов груши часто связан с древними торговыми путями, пролежавшими с востока, а соответственно, с видами груш, прорастающих на значительном

отдалении от Кавказа. Генетическое разнообразие видов определяется как сумма генетической изменчивости внутри генофонда. Следовательно, изучение диких видов должно включать в себя описание межпопуляционной и внутривидовой изменчивости, а также факторов микроэволюции популяций, таких, как дрейф генов, балансирующий отбор и факторы изоляции [1].

Микросателлитные, или SSR-маркеры, наряду с SNP-маркерами, на сегодняшний день являются самым эффективным и востребованным методическим инструментом изучения биоразнообразия. Это связано с целым рядом преимуществ этого типа маркеров: SSR-маркеры кодоминантны, мультиаллельны, равномерно распределены по геному. Получаемые с использованием этого типа маркеров результаты надежны и легко воспроизводимы. SSR-маркеры представляют собой tandemно повторяющиеся последовательности ДНК, которые могут состоять из двух и более пар оснований, распределенных по всему геному и встречающихся у всех организмов. Возникают они в результате накопления ошибок репликации ДНК, «проскальзывания» ДНК-полимеразы [2]. Современные методы молекулярной биологии позволяют автоматизировать процесс интерпретации данных SSR-анализа (фрагментного анализа), что значительно ускоряет, упрощает процесс и повышает его точность.

Кавказ является одним из центров происхождения груши, а природные популяции дикой кавказской груши отличаются очень высоким полиморфизмом. Современная классификация рассматривает грушу кавказскую как подвид внутри вида *Pyrus communis* L. – *Pyrus communis* L. subsp. *Caucasica*, тем не менее по-прежнему распространено видовое название груши кавказской – *Pyrus caucasica* Fed., которое является синонимичным [3, 4]. Все это подтверждает необходимость генетического исследования природных популяций груши кавказской с целью уточнения систематического положения и вопросов доместики и вклада *Pyrus caucasica* в формирование генофонда сортов груши домашней.

Материалы и методы

На начальном этапе изучения биоразнообразия популяций груши кавказской были проведены экспедиционные выезды для отбора образцов в предгорную часть Северо-Западного Кавказа, а именно – в лесной массив между станицами Гостагаевской и Натухаевской (самая западная точка отбора, начало Главного Кавказского хребта) – локация № 1, лесной массив между г. Абинском и ст. Шапсугской – локация № 2, лесной массив между ст. Калужской и пос. Чибий – локация № 3 (рис. 1-3, стр. 215-216).

Образцы отбирали на удалении минимум двух километров от жилых массивов в лесах и на лесных полянах. В каждой точке отбора было собрано от 15 до 25 образцов груши кавказской с запасом на то, что ДНК дикой груши экстрагируется не всегда успешно. Образцы отбирались на расстоянии минимум 100 метров друг от друга, с целью исключения возможности попадания близкородственных образцов в выборку. Так, в районе станицы Калужской были отобраны 15 образцов, 11 из которых вошли в исследуемую выборку, в районе станицы Гостагаевской были отобраны 25 образцов; ДНК достаточной для проведения ПЦР чистоты из восьми образцов выделить не удалось. В районе ст. Шапсугской были отобраны 25 экземпляров груши кавказской.

Экстракцию ДНК проводили из листьев молодых однолетних приростов согласно методике ЦТАБ [5]. ПЦР проводили в общем объеме 25 мкл при следующих концентрациях компонентов реакционной смеси: 1,5 мМ дезоксинуклеотидтрифосфатов, 0,3 мМ каждого праймера, 2,5 мкл ПЦР-буфера, 1 ед. Taq ДНК-полимеразы (ООО «СибЭнзим»), 50 нг ДНК. Амплификацию проводили по следующей программе: одна минута при 94 °С; следующие 35 циклов: 10 с при 94 °С, 30 с. при 58 °С, 30 с синтез при 72 °С; финальный цикл синтеза 2 мин при 72 °С.

В работе апробировано 11 микросателлитных SSR-маркеров - CH01h01, CH01d09, CH01f07a, CH01d08, CH03d12, EMPc11, CH03g07, EMPc108, EMPc117, EMPc115, CH04e03. Маркеры были сгруппированы в мультиплексные наборы, в соответствии с размером амплифицируемых продуктов и флуоресцентной меткой (табл. 1). Данные маркеры широко

используются для изучения мирового генофонда груши и входят в стандартный набор для генотипирования генплазмы рода *Pyrus*, используемый в рамках Европейской программы изучения генетических ресурсов растений (ECPGR – European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources).

Фрагментный анализ проводили на генетическом анализаторе ABIprism 3130, данные обрабатывали в программе GeneMapper 4.1. При оценке результатов микросателлитного анализа матрица генетических дистанций была построена с использованием коэффициентов (индексов) подобия по М. Nei и W. Li (1979) [6]. Фактическая (Ho) и ожидаемая (He) гетерозиготность рассчитаны с использованием программы GenAlEx 6.3. [7]. Для анализа методом главных координат (PCoA) использовали пакет программ PAST [8].

Результаты

На начальном этапе исследования на образцах, отобранных в районе станицы Калужской, были апробированы три микросателлитных мультиплексных набора маркеров, содержащих суммарно 11 SSR-маркеров. Маркеры проявили различный уровень полиморфизма, выявив от 4 до 11 аллелей на локус (табл. 1).

Таблица 1. Апробированные SSR-маркеры и их уровень полиморфизма

Мультиплекс	Локус	Краситель	Кол-во аллелей	Кол-во изученных генотипов
1	CH03d12	R6G	12	28
	EMPc11	TAMRA	8	28
	CH03g07	ROX	14	28
2	CH01h01	R6G	4	11
	CH01d09	ROX	11	11
	CH01f07a	TAMRA	9	11
	CH01d08	FAM	6	11
3	EMPc108	R6G	9	11
	EMPc117	TAMRA	9	11
	EMPc115	ROX	14	11
	CH04e03	TAMRA	6	11

Таблица 2. Количество выявленных аллелей, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность по популяциям

Локус	CH03d12		EMPc11		CH03g07	
Популяция	Калужская	Шапсугская	Калужская	Шапсугская	Калужская	Шапсугская
Кол-во выявленных аллелей	6	7	6	7	9	10
Кол-во эффективных аллелей	4,172	3,074	4,840	5,207	6,050	6,283
Индекс информативности	1,577	1,484	1,658	1,782	1,958	2,022
Наблюдаемая гетерозиготность	0,636	0,235	0,455	0,824	0,727	0,706
Ожидаемая гетерозиготность	0,760	0,675	0,793	0,808	0,835	0,841

Полученные данные согласуются с результатами работ по изучению генетического разнообразия груши в других странах [9, 10, 11]. На данном этапе исследования получена полная информация о генетическом полиморфизме локусов CH03d12, EMPc11 и CH03g07 у 28 образцов *Pyrus caucasica* – 11 генотипов, отобранных в окрестностях ст. Калужской (популяция «Калужская») и 17 генотипов, отобранных в окрестностях ст. Шапсугской (популяция «Шапсугская») (Табл. 2). В связи с этим была выполнена сравнительная оценка уровня полиморфизма данных SSR-маркеров в пределах изученных популяций. Кроме того, на основании этих данных был проведен анализ генетических взаимосвязей между

данными группами образцов.

В «Калужской» популяции груши количество уникальных аллелей по локусу CH03d12 составило 2 аллеля (частоты встречаемости – 0,091 и 0,045), по локусу EMPc11 – один уникальный аллель (частота – 0,045), по локусу CH03g07 – 4 уникальных аллеля (частоты – от 0,045 до 0,227). В «Шапсугской» популяции количество уникальных аллелей по локусу CH03d12 составило 3 аллеля (частоты встречаемости – от 0,029 до 0,088), по локусу EMPc11 – 2 уникальных аллеля (частота встречаемости каждого – 0,059), по локусу CH03g07 – 5 уникальных аллелей (частоты – от 0,029 до 0,088) (табл. 3).

Таблица 3. Распределение уникальных аллелей по популяциям

Популяция	Локус	Аллель	Частота
Калужская	CH03d12	105	0,091
	CH03d12	145	0,045
	EMPc11	153	0,045
	CH03g07	211	0,227
	CH03g07	223	0,045
	CH03g07	237	0,045
	CH03g07	243	0,045
Шапсугская	CH03d12	117	0,088
	CH03d12	127	0,029
	CH03d12	129	0,059
	EMPc11	155	0,059
	EMPc11	163	0,059
	CH03g07	229	0,029
	CH03g07	233	0,088
	CH03g07	239	0,088
	CH03g07	261	0,029
	CH03g07	263	0,029

Анализ методом главных координат показал, что выделить отдельные группы генотипов среди изученных образцов двух различных популяций не представляется возможным. Однако часть образцов из Калужской популяции генетически более однородны и образуют отдельную группу (рис. 3, стр. 216).

Кластерный анализ также не позволил получить дендрограмму с четко разделяющимися отдельными кластерами/группами образцов.

Выводы

Полученные данные говорят о необходимости увеличения выборки изучаемых локусов, но в тоже время ранние результаты свидетельствуют о том, что достаточно и 6 полиморфных локусов для достоверного разделения двух генетически удаленных групп генотипов.

Можно предположить, что увеличение SSR-маркеров не позволит разделить эти две популяции. Но, с учетом того, что, по результатам анализа методом главных координат, формируется отдельная группа образцов из Калужской популяции, нельзя исключать вероятности разделения данных популяций при увеличении количества ДНК-маркеров.

В тоже время очевидно, что популяции *Pyrus caucasica* из окрестностей ст. Калужской и ст. Шапсугской генетически близки. Это может быть обусловлено недостаточной отдаленностью этих двух локаций друг от друга (около 70 километров напрямую), отсутствием географического барьера, что не мешало дрейфу генов.

В дальнейшем планируется расширить выборку SSR-локусов, произвести отборы образцов из других популяций, расположенных выше по Главному Кавказскому хребту и изолированных друг от друга горными массивами, а также провести генотипирование образцов *P. caucasica* из коллекции Майкопской опытной станции ВИР. Это позволит

достоверно оценить уровень межпопуляционной генетической изменчивости данного вида и выявить уровень генетического сходства популяций из разных районов Кавказа.

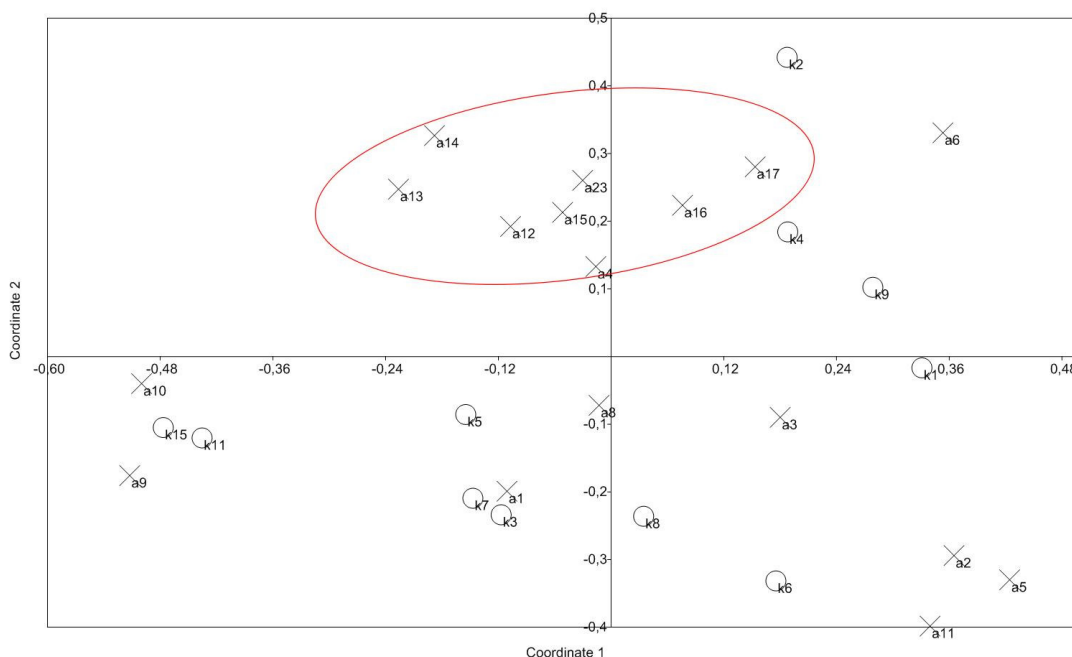


Рисунок 4. Результаты анализа методом главных координат
«X» – образцы Калужской популяции, «O» – образцы Шапсугской популяции

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ р_а 16-44-230333

Список литературы:

1. Toro, M. Characterization and conservation of genetic diversity in subdivided populations / M. Toro, Caballero A. // Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. – 2005. – V. 360, – P. 1367-1378.
2. Gianfranceschi, L. Simple Sequence Repeats for the Genetic Analysis of Apple / L. Gianfranceschi, N. Seglias, R. Tarchini // Theor. Appl. Genet. – 1998. – V. 96, – P. 1069- 1076.
3. Volk, G. M. Diversity of Wild *Pyrus communis* Based on Microsatellite Analyses / G. M. Volk, C. M. Richards, A. D. Henk, A. A. Reilley // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 2006. – V. 131. – P. 408-417.
4. Fernandez-Fernandez, F. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers from European pear (*Pyrus communis* L.) / F. Fernandez-Fernandez, N. G. Harvey, C. M. James // Molecular Ecology Notes. – 2006. – V. 6. – P. 1039-1041.
5. Murray, M. G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M. G. Murray, W. F. Thompson // Nucleic Acids Research. – 1980. V. 10. – P. 4321-4325.
6. Nei, M. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases / M. Nei, W.-H. Li // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1979. – V. 76. – P. 5269-5273.
7. Peakall, R. GenAlEx V6: Genetic Analysis in Excel. Population Genetic Software for Teaching and Research / R. Peakall, P. E. Smousse // Mol. Ecol. Notes. – 2006. – V. 6. – P. 288-295.
8. Hammer, Q. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / Q. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – V. 4, Issue 1, art. 4. – P. 9.
9. Rana, J. C. Genetic diversity and structure of *Pyrus* accessions of Indian Himalayan region based on morphological and SSR markers / J. C. Rana, R. K. Chahota, V. Sharma // Tree Genetics & Genomes. – 2015. – V. 11. – P. 821.
10. Wolko, L. Genetic diversity and population structure of wild pear (*Pyrus pyrastrer* (L.) Burgsd.) in Poland / L. Wolko, J. Bocianowski, W. Antkowiak, R. Słomski // Open Life Sci. – 2015. -V. 10. – P. 19-29.
11. Brini, W. Genetic diversity in local Tunisian pears (*Pyrus communis* L.) studied with SSR markers / W. Brini, M. Marsa, J. I. Hormaza // Scientia Horticulturae. – 2008. – V. 115. – P. 337-341.



Рисунок 1. Области отбора образцов

На рисунке обозначены: 1 – локация № 1 – между ст. Гостагаевской и ст. Натухаевской; 2 – локация № 2 – между г. Абинском и ст. Шапсугской; 3 – локация № 3 – между ст. Калужской и пос. Чибий



Рисунок 2а. Популяция *Pyrus caucasica* в окрестностях станицы Гостагаевской



Рисунок 26. Популяция *Populus caucasica* в окрестностях станицы Гостагаевской



Рисунок 3. *Populus caucasica* из лесного массива в районе станицы Калужской

УДК: 633.18.631.52:631.523

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАХМАЛА ЗЕРНОВКИ РИСА ПРИ ПЕРЕСТОЕ РАСТЕНИЙ НА КОРНЮ

**Туманьян Н.Г., доктор биологических наук,
Кумейко Т.Б., кандидат сельскохозяйственных наук,
Папулова Э.Ю., кандидат биологических наук**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
3500921, г. Краснодар, Россия
E-mail: tngerag@yandex.ru*

Проведено исследование влияния перестоя на корню растений риса сортов Флагман, Лидер, Австрал, Шарм, Привольный 4, Виктория и Тайбонне перед уборкой на амилографические характеристики дисперсии крахмала зерна при нагревании и содержания в зерне амилозы. Максимальная вязкость и содержание амилозы в крахмале характеризовались как снижением показателей при перестое риса на корню (Шарм, Привольный 4, Виктория), так и повышением и отсутствием изменений (Флагман, Лидер, Австрал, Тайбонне). Характеристика сортов по реакции на перестой по физико-химическим признакам зерна позволит оптимизировать процессы формализации знаний в базах данных геноплазмы риса и использование образцов в качестве доноров ценных признаков в селекционных программах.

Ключевые слова: *рис, крахмал, амилоза, амилопектин, перестой растений на корню, амилографические характеристики крахмала зерна.*

We have studied impact of plants overmature standing in rice varieties Flagman, Leader, Sharm, Privolnii 4, Victoriya and Taybonne before harvesting on grain starch mucilage and amylose content. Maximum viscosity was characterized by lowering in case of overmature standing of rice plants (Sharm, Privolnii 4, Victoriya), as well as by increasing values and zero variation (Flagman, Leader, Avstral, Taybonne). Characterize varieties by reaction to overmature standing on physic-chemical traits of the grain will allow optimizing process of knowledge formalization in rice germplasm databases and use of rice samples as donors of valuable traits in breeding programs.

Key words: *rice, starch, amylose, amylopectine, plants overmature stand, amylographic characteristics of grain starch.*

Введение

Важнейший параметр урожая риса «качество зерна» зависит от потенциала сорта, который определяется генотипом сорта и его реакцией на агроклиматические условия выращивания, условия уборки. Своевременная уборка по наступлении технической или полной спелости риса, исключающая длительный перестой на корню, позволяет получать урожай высокого качества. В процессе созревания при влажности зерна у риса 20-23% рост зародыша и накопление сухого вещества в зерновке прекращаются [1, 2]. Наилучшими показателями технологических свойств зерно характеризуется в восковую спелость. Потеря влаги зерном, снижение интенсивности дыхания приводит к биологической спелости, которая может наступить как перед уборкой, так и после нее. В сухую погоду зерно риса может на корню достигнуть показателей полной (технической) спелости. Переход простых органических веществ в зерне в сложные, снижение интенсивности дыхания продолжаются, как правило, и после уборки, на току, в зернохранилищах. В этот период происходит послеуборочное дозревание, которое сопровождается завершением биохимических процессов синтеза высокомолекулярных органических соединений из низкомолекулярных полисахаридов, белков, жиров, уменьшением доли растворимых углеводов и свободных жирных кислот, небелкового азота,

возрастанием содержания липидов, в том числе триглицеридов. Дозревание зерна на корню, послеуборочное дозревание наиболее быстро происходит в зерне с влажностью до 14% при температуре 15-20 °С. Рис полной (технической) спелости пригоден для стойкого хранения, имеет влажность 10-15% и максимальную всхожесть [3].

Синтез крахмала в созревающей зерновке с различными соотношениями амилозы и амилопектина кристаллической и аморфной частей – сложный ферментативный процесс, сопровождающийся формированием двойных спиралей амилозных цепей и кластерных гроздевых амилопектиновых образований на поверхности растущих крахмальных зерен в амилопластах крахмалистой паренхимы эндосперма зерновки. Структурные изменения, происходящие с запасным крахмалом при созревании, приводят к снижению вязкости дисперсии крахмала зерновки при нагревании [4]. В условиях перестоя на корню происходит ухудшение технологических признаков качества зерна риса: повышается трещиноватость, снижается выход и качество крупы [5].

Изучение исходного материала риса по параметрам «физико-химические признаки качества зерна» при длительной уборке, как правило, в неблагоприятных условиях, позволяет прогнозировать качество урожая, оптимизировать подбор исходного материала в селекционных программах по рису.

В работе поставлена цель – изучение содержания амилозы и амилографических характеристик зерна риса у сортов отечественной селекции и сорта Тайбонне в связи с перестоем на корню.

Материалы и методы

Материалом исследования служили сорта риса Флагман, Лидер, Австрал, Шарм, Привольный 4, Виктория (Россия, ВНИИ риса) и Тайбонне (США). В опыте по изучению влияния перестоя на корню на признаки качества зерна проводили отборы образцов в демонстрационном посеве 10-12 сентября, 7-9 октября. Почва рисовая, лугово-черноземная, пахотный горизонт характеризуется содержанием общего гумуса 4,2, легкогидролизуемого азота – 7,3 мг/100г. Метелки срезали вручную. Содержание амилозы определяли по Juliano [6, 7]. Амилографические характеристики крахмальной дисперсии определяли на микровискоамилографе Brabender.

Результаты

Амилографические характеристики крахмала зерна включают показатели вязкости крахмальной дисперсии, которые регистрируются при нагреве (повышении температуры) и охлаждении дисперсии. При набухании, увеличении зерен в размерах в условиях повышения температуры выше 30 °С микроструктура крахмала начинает нарушаться в связи с частичным разрывом водородных связей. При нагревании до 50 °С (первый этап) крахмальные зерна обратимо набухают. При дальнейшем повышении температуры (второй этап) крахмальные зерна интенсивно необратимо набухают, увеличивается вязкость дисперсии, крахмал незначительно клейстеризуется, низкомолекулярная фракция амилозы переходит в раствор, большая часть крахмальных зерен теряет первоначальную структуру. При повышении температуры дисперсии до 98 °С (третий этап) происходит полное растворение амилозы крахмальных зерен, разрушение всех крахмальных зерен (четвертый этап) и переход полисахаридов, сопровождающийся деструкцией кристаллической части зерен в раствор с образованием клейстера. При охлаждении дисперсии могут возникнуть новые кристаллические структуры.

Максимум вязкости крахмальной дисперсии в оптимальные сроки уборки находился в пределах 234-610 Ед. Бр. в 2014 г. и 250-648 Ед. Бр. в 2015 г. При перестое – соответственно 239-638 Ед. Бр. и 254-572 Ед. Бр. Сорт Тайбонне имел низкие значения максимальной вязкости (234-239 Ед. Бр. в 2014 г., 250-254 Ед. Бр. в 2015 г.) и вязкости в конце периода охлаждения (270-272 Ед. Бр. в 2014 г. и 289-291 Ед. Бр. в 2015 г.). Максимальная вязкость характеризовалась как снижением показателей при перестое риса на корню (Шарм, Привольный 4, Виктория), так и повышением и отсутствием изменений этих показателей (Флагман, Лидер, Австрал, Тайбонне). Вязкость в конце периода

охлаждения была значительно выше, чем показатели максимальной вязкости (842-1032 Ед. Бр.). У сорта Тайбонне вязкость в конце периода охлаждения также оставалась на низком уровне в различные сроки уборки. Тенденция изменения при перестое у этого признака сохранялась аналогично признаку «максимальная вязкость» (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1. Амилографические характеристики сортов риса, 2014, 2015 гг. (отборы 10-12 сентября, 7-9 октября)

Сорт	Год	Максимальная вязкость дисперсии крахмала зерна, Ед.Бр.		Вязкость в конце периода охлаждения, Ед.Бр.	
		10-12 сентября	7-9 октября	10-12 сентября	7-9 октября
Флагман	2014	521	539	889	915
	2015	542	551	925	957
Лидер	2014	528	564	900	915
	2015	538	596	921	920
Австрал	2014	498	638	842	862
	2015	511	548	864	898
Шарм	2014	545	461	953	869
	2015	551	497	978	888
Привольный 4	2014	560	490	941	869
	2015	581	503	958	886
Виктория	2014	610	541	962	867
	2015	648	572	1032	939
Тайбонне	2014	234	239	270	272
	2015	250	254	289	291

Амилографические характеристики могут служить предварительной оценкой при определении содержания амилозы [5]. Взаимосвязь содержания амилозы и показателей вязкости в зерне риса характеризуется снижением вязкости дисперсии крахмала в образцах с повышенным содержанием амилозы. В зерне риса урожая 2014-2015 гг. при перестое было изучено содержание амилозы (таблица 2).

Таблица 2. Содержание амилозы в зерне сортов риса, 2014, 2015 гг. (отборы 10-12 сентября, 7-9 октября)

Сорт	Год	Содержание амилозы, %	
		10-12 сентября	7-9 октября
Флагман	2014	17,9	17,3
	2015	18,4	17,7
Лидер	2014	19,2	18,4
	2015	19,7	18,4
Австрал	2014	18,9	17,5
	2015	19,5	17,8
Шарм	2014	16,2	17,4
	2015	16,8	18,0
Тайбонне	2014	26,4	27,0
	2015	26,6	27,7
Привольный 4	2014	17,5	18,2
	2015	18,0	18,7
Виктория	2014	17,7	17,8
	2015	18,4	18,4
НСР 05	2014	0,48	0,55
	2015	0,50	0,57

Сорта селекции ВНИИ риса относились к низкоамилозной группе: 17,3-19,7% амилозы в крахмале эндосперма. Изменение содержания амилозы при перестое риса на корню было неоднозначно. Если у сортов Флагман, Лидер, Австрал при перестое содержание амилозы снижалось, то у сортов Шарм, Тайбонне, Привольный 4 – увеличивалось, а у Виктории оставалось без изменений. Максимальным ростом амилозы характеризовался сорт Шарм – 1,2% в 2014, 2015 гг. Значительное снижение содержания амилозы при перестое наблюдалось у сортов Лидер – 1,3% в 2015 г., Австрал: 1,4% в 2014 г. и 1,7% в 2015 гг. У сорта риса Виктории содержание амилозы практически не менялось.

Крахмал более мелких зерен характеризуется повышенным содержанием амилозы. Высокой скоростью накопления амилозы характеризуются начальные стадии созревания риса. Линейные молекулы амилозы образуют большое число водородных связей, что усложняет процессы клейстеризации, приводит к повышению температуры клейстеризации и снижению показателей вязкости крахмальной дисперсии [8-10].

Возможно, перестой на корню сопровождается метаболическими процессами, характерными для послеуборочного дозревания.

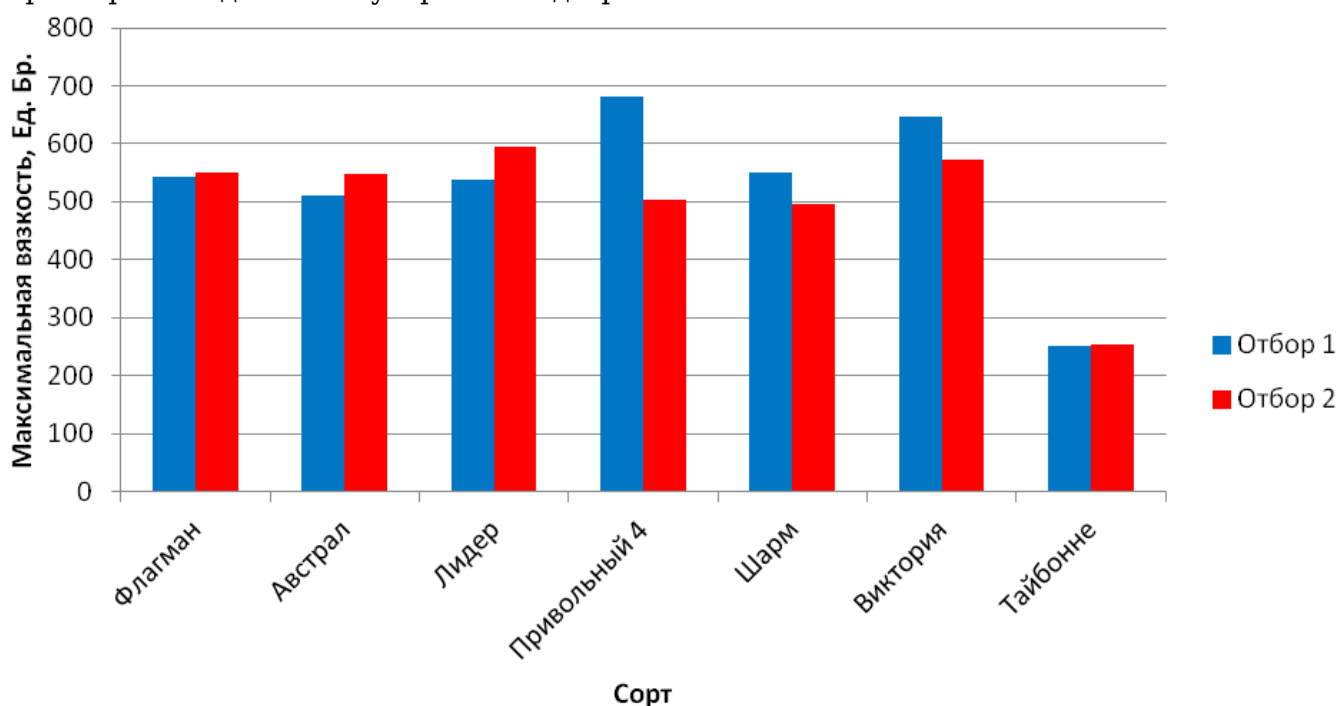


Рисунок 1. Максимальная вязкость крахмальной дисперсии сортов риса урожая 2015 г., срок уборки 10-12 сентября (отбор 1), 7-9 октября (отбор 2).

Различная реакция сортов риса на перестой объясняется сопровождающими явление биохимическими и структурными изменениями в тканях зерновки. В структуру крахмальных зерен при созревании включаются фосфаты, липиды, азотсодержащие вещества. Если связанные фосфаты повышают вязкость клейстеров, то липиды снижают растворимость крахмала зерна, а амилозо-липидные комплексы понижают водосвязывающую и способность к набуханию у зерен крахмала. Реологические свойства и термодинамические характеристики при этом зависят в значительной степени от типа кристаллической структуры крахмала и от степени кристалличности зерен. В зерновых крахмалах содержится значительная массовая доля азотистых веществ, в том числе протеинов и пептидов, амиды, аминокислоты, ферменты, нуклеиновые кислоты, которые тоже способствуют уменьшению вязкости водных дисперсий крахмала, обусловленных их взаимодействием с полисахаридами и снижением степени набухания крахмальных зерен при снижении гидратации ангидроглюкозных единиц [11].

При перестое на корню после наступления биологической спелости возможно «стекание зерна», что может привести к снижению содержания амилозы. Однако в 2015 г.

перестой сопровождался снижением влажности зерна до 12%, при которой стекания зерна не наблюдалось. Незначительное возрастание содержания амилозы в крахмале зерновки при перестое может быть обусловлено продолжающимся синтезом этого компонента. С другой стороны, наличие в крахмальных зернах фосфатов, липидов, азотистых веществ маскирует или завышает показатели содержания амилозы, что может быть обусловлено несовершенством метода оценки.

Выводы

Реакция сортов риса на перестой на корню по физико-химическим признакам сортов риса: вязкости крахмальной дисперсии при нагревании и содержанию амилозы – у сортов риса была различной. Вязкость крахмальной дисперсии увеличивалась, снижалась или оставалась на прежнем уровне. Незначительное возрастание содержания амилозы в крахмале зерновки при перестое может быть обусловлено продолжающимся синтезом этого компонента. С другой стороны, наличие в крахмальных зернах фосфатов, липидов, азотистых веществ маскирует или завышает показатели содержания амилозы и изменяет амилографические характеристики дисперсии крахмала зерна. Характеристика сортов по реакции на перестой по физико-химическим признакам зерна позволит оптимизировать процессы формализации знаний в базах данных генплазмы риса и использование образцов риса в качестве доноров ценных признаков в селекционных программах.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Краснодарского края (№ 16-47-230000).

Список литературы:

1. Юлдашев, Дж. Влияние сроков уборки на качество зерна / Дж. Юлдашев // Селекция и агротехника с/х культур в условиях Каракалпакии. КНИИИЗ. – Ташкент. 1988. – С. 140-142.
2. Кизатова, М.Ж. Изменение качества зерна риса в послеуборочный период / М.Ж. Кизатова, О.Н. Налеев, Г.Т. Бейсебаева. – Алма-Ата: Каз.НИИ НТИ, 1991. – С. 31.
3. Пилипюк, В.Л. Технология хранения зерна и семян / В.Л. Пилипюк. – М: Вузовский учебник, 2013. – 457 с.
4. Наливко, Г.В. Теоретические и экспериментальные исследования формирования качества риса: дис. ... д-ра с.х.- наук: 06.01.09: 1976 / Г.В. Наливко. – Краснодар, 1976.
5. Папулова, Э.Ю. Характеристика вязкости и содержание амилозы в сортах и сортообразцах риса российской и зарубежной селекции / Э.Ю. Папулова, Н.Г. Туманьян, Н.В. Остапенко // Зерновое хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 24-26.
6. Juliano, B.O. A simplified assay for milled rice amylase / B.O. Juliano // Cereal Sci. Today. – 1971. – V. 16. – P. 334-340.
7. Juliano, B.O. Biochemical studies. Rice post harvest technology / B.O. Juliano // Intern. Develop. Res. Centre. – 1976. – P. 13.
8. Vasanthan, T. Physicochemical properties of small and large granule starches of waxy, regular, and highamylose barleys / T. Vasanthan // Cereal Chemistry. – 1996. – № 73. – С. 199-207.
9. Грачева, И.М. Технология ферментных препаратов / И.М. Грачева. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 335 с.
10. Сучкова, Т.Н. Физиолого-биохимические особенности накопления углеводов и белков в семенах высокоамилозных сортов и линий гороха: дис.... к-та биол. наук: 03.00.12: защищена 24.04.2009 / Т.Н. Сучкова. – Орел, 2009. – 127 с.
11. Андреев, Н.Р. Основы производства нативных крахмалов / Н.Р. Андреев. – М.: Пищепромиздат. – 2001. – 289 с.

УДК 634.977:631.524.85:712

ОЦЕНКА РЕДКИХ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ИНТРОДУЦЕНТОВ ДЕНДРАРИЯ ВНИИСПК

Фирсов А. Н., аспирант, Масалова Л. И., аспирант

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,
302530, Россия, Орловская обл., Орловский р-н, дер. Жулина

E-mail: shadowkobra@yandex.ru

Изучены 9 видов и форм редких растений, сохраняемых и изучаемых в дендрарии ВНИИСПК, зоны Северной Америки. Как показали проведенные наблюдения, редкие североамериканские интродуценты, в том числе занесенные в красную книгу «МСОП», показали наилучшие результаты по всем изучаемым признакам и могут рекомендоваться для озеленения ЦЧР. К ним относятся: *Juglans rupestris* Engelm., *Betula caerulea-grandis* Blanchard, *Pinus strobes* L., *Betula lenta* L. и *Betula lutea* Michx.

Ключевые слова: интродуценты, дендрарий, редкие растения, коллекция дендрария, генофонд.

Nine species and forms of rare North-American plants that are preserved and studied in the VNIISP arboretum have been investigated. As the observation showed, the rare North-American introduced plants demonstrated the best results for all studied traits and can be recommended for green-belt setting in the Central Chernozem Region. These plants are *Juglans rupestris* Engelm., *Betula caerulea-grandis* Blanchard, *Pinus strobes* L., *Betula lenta* L., *Betula lutea* Michx.

Key words: introduction, arboretum, rare plants, collection arboretum, gene pool

Введение

Дендрарий ВНИИСПК начал закладываться с 1968 года, площадью в 7 га, по географическому принципу. Проект дендрария разработал один из лучших на тот момент специалистов в сфере ландшафтного дизайна ландшафтный архитектор Л.Е.Розенберг. При проектировании и закладке дендрария были выделены зоны Северной Америки, Европы, Дальнего востока, Средиземноморья, Сибири и Средней Азии.

В настоящий момент коллекция дендрария содержит более 250 видов, форм и сортов растений родом из разных уголков земного шара, представляющих 31 семейство и 56 родов. Основными задачами дендрария являются: сохранение и поддержание в жизнеспособном состоянии генофонда древесных растений, пополнение имеющейся коллекции, в том числе редкими и исчезающими видами, а также изучение особенностей роста и развития растений и их устойчивости к повреждающим факторам внешней среды [1].

Особый интерес представляет зона Северной Америки. Она насыщена большим количеством хвойных и лиственных пород, которые в течение многих лет проявляют довольно хорошую выносливость к климатическим условиям средней полосы России. Здесь можно увидеть растения, которые редко встречаются в естественных условиях, и те, которые находятся на грани исчезновения [2].

Объекты исследований

В настоящее время в зоне Северная Америка дендрария ВНИИСПК произрастают такие редкие растения, как *Betula caerulea-grandis* Blanchard, *Betula lenta* L., *Juglans rupestris* Engelm.. Часть видов занесена в Красную книгу «Международный союз охраны природы», в том числе: *Betula lutea* Michx., *Abies concolor* Engelm., *Larix occidentalis* Nutt., *Picea engelmannii* Parry, *Pinus strobes* L., *Salix alba f. vitellina pendula* Rehd. Они

и явились объектами исследования.

Betula caerulea-grandis Blanchard – листопадное дерево семейства *Betulaceae* Agard. Вырастает до 25 м в высоту. Распространена в северо-восточной Канаде и США. Произрастает в сухих лесах, цветет в мае и начале июня. Подлинность березы голубой спорна. Некоторые ботаники считают ее близкородственной ***Betula pendula*** или объединяют их в один вид. Другие ботаники считают ее гибридом ***Betula papyrifera*** Marsh и ***Betula populifolia*** Marsh [3].

Betula lenta L. – листопадное дерево семейства *Betulaceae* Agard. Вырастает до 18 м, редко выше, предпочитает богатые, влажные, хорошо дренированные почвы. Цветет весной, семена созревают в конце лета и начале осени. Этот вид имеет две особенности: сильный аромат гаультерии у надломленных побегов и листьев и плотную блестящую красную кору на молодых деревьях, подобную коре вишни, откуда и возникло название «вишневая». Растет средними темпами, достигает наибольших размеров в возрасте 80-100 лет [3].

Betula lutea Michx. – листопадное дерево семейства *Betulaceae* Agard. Вырастает до 22 м, редко выше. Является одним из самых важных представителей североамериканских берез. Распространена в юго-восточной Канаде, северо-восточных штатах США. Встречается на влажных, хорошо дренированных почвах. Цветет весной, семена созревают осенью. Рост медленный, живет до 200 лет. Занесена в Красную книгу «МСОП» с присвоением охранного статуса – наименьшей угрозы [3].

Juglans rupestris Engelm. – кустарник или дерево семейства *Juglandaceae* Lindl. Вырастает до 15 м в высоту, иногда с несколькими стволами, хорошо растет на солнце и не выносит тень. Родиной растения являются приатлантические штаты Северной Америки. Уникален своей зимостойкостью. На Американском континенте это самый холодостойкий из орехов [3].

Abies concolor Engelm. – вечнозеленое дерево семейства *Pinaceae*. Достигает высоты до 50 м, редко – 70 м, живет до 350 лет. Произрастает на самых различных почвах, но предпочитает районы с влажной почвой, довольно влажным климатом и длинными зимами с умеренными или сильными снегопадами. Цветет весной, шишки созревают в сентябре – октябре. Естественная среда обитания – горные районы западной и юго-западной части Северной Америки. Как декоративное растение культивируется в лесной, степной и субтропических зонах практически по всему миру. Благодаря своей зимостойкости, относительной неприхотливости устойчивости к городским условиям, дерево может быть не только успешно интродуцировано на большей части России, но и широко использоваться для озеленения и ландшафтного строительства. Занесено в Красную книгу «МСОП» с присвоением охранного статуса – наименьшей угрозы [3].

Larix occidentalis Nutt. – хвойное дерево семейства *Pinaceae* Lindl. Вырастает до 55 м в высоту, с узкой пирамидальной или почти конической заостренной кроной. Является самой большой из североамериканских лиственниц, встречается в межгорном районе Северо-Запада. Произрастает на различных типах почв, от глубоких влажных до сухих скалистых. Самые большие деревья растут на глубоких, хорошо дренированных почвах. Занесена в красную книгу «МСОП» с присвоением охранного статуса – наименьшей угрозы [3].

Picea engelmannii Parry – вечнозеленое хвойное дерево семейства *Pinaceae* Lindl. Вырастает до 25 м, редко – до 35 м в высоту, узкой цилиндрической формы, живет до 500-600 лет. Произрастает на больших высотах в скалистых горах, распространено от Канады до Аризоны и Нью-Мексико. Оптимальными условиями для данного вида являются глубокие, хорошо дренированные иловато-суглинистые почвы. Занесено в Красную книгу «МСОП» с присвоением охранного статуса – наименьшей угрозы [3].

***Pinus strobus* L.** – вечнозеленое хвойное дерево семейства *Pinaceae* Lindl. Вырастает до 70 м в высоту, с широкоовальной неправильно изрезанной кроной. Широко распространено в северо-восточной части Северной Америки. Лучше всего растет на хорошо дренированной почве в прохладном влажном климате. Этот вид один из самых ценных на востоке Северной Америки. Широко задействовано при посадки лесных культур и для создания ландшафтных групп. Оно хорошо поддается обрезке и является одним из самых важных деревьев в садоводстве. Занесено в Красную книгу «МСОП» с присвоением охранного статуса – наименьшей угрозы [3].

Salix alba f. vitellina pendula* Rehd.** – листопадное дерево или кустарник семейства *Salicaceae* Lindl. Вырастает до 25 м. в высоту. Родина ***Salix alba – Европа и Центральная Азия. В Северную Америку оно была завезена европейскими колонистами и натурализовалась там. В настоящее время повсеместно выращивают как декоративное растение. Сережки цветков появляются в апреле-мае, а плодовые сережки в мае – июне. Занесено в Красную книгу «МСОП» с присвоением охранного статуса – наименьшей угрозы [3].

Результаты

Возраст изучаемых растений – от 38 до 48 лет. В этом возрасте они еще не достигли своих максимальных размеров (таблица 1), так как они относятся к средне- и медленнорастущим деревьям с продолжительностью жизни от 80 (***Betula lenta* L.**) до 600 лет (***Picea engelmannii* Parry**).

Таблица 1. Сравнение роста и развития растений зоны Северной Америки дендрария ВНИИСПК с литературными данными

№	Вид	Кол-во растений, ед.	Год посадки	Средняя высота растений, м.	Высота растений, м., лит. данные	Высота растений от теорет., %
Семейство <i>Betulaceae</i> Agard						
1.	<i>Betula caerulea-grandis</i> Blanchard	1	1973	18,2	25,0	72,8
2.	<i>Betula lenta</i> L.	1	1974	12,6	18,0	70,0
3.	<i>Betula lutea</i> Michx.	11	1973	15,0	22,0	68,2
Семейство <i>Juglandaceae</i> L.						
4.	<i>Juglans rupestris</i> Engelm.	3	1968	10,8	15,0	72,0
Семейство <i>Pinaceae</i> L.						
5.	<i>Abies concolor</i> Engelm.	7	1976	19,8	50,0-70,0	39,6
6.	<i>Larix occidentalis</i> Nutt.	1	1968	19,4	55,0	35,3
7.	<i>Picea engelmannii</i> Parry	4	1978	12,5	25,0-35,0	50,0
8.	<i>Pinus strobus</i> L.	1	1973	21,0	70,0	30,0
Семейство <i>Salicaceae</i> Lindl.						
9.	<i>Salix alba f. vitellina pendula</i> Rehd.	2	1977	15,1	25,0	60,4

Декоративная оценка и общее состояние растений – одни из основных показателей, определяющих использование растений в озеленении. Они характеризуется совокупностью внешних признаков (размерами и формой кроны, строением и окраской листвы, величиной и окраской плодов) и зависят как от наследственных особенностей вида, так и от внешних условий. Максимальную декоративность растения имеют в оптимальных для них условиях произрастания. У одного и того же растения она меняется с возрастом и по сезонам года

[4]. Результаты оценки общего состояния и декоративности показаны в таблице 2.

Общее состояние растений определялось по методике А.Г. Головача (в конце вегетативного периода) по трехбалльной шкале [5]. В отличном состоянии среди редких растений дендрария ВНИИСПК зоны Северная Америка оказались следующие объекты: ***Juglans rupestris*** Engelm. (рисунок 1 , вкладка к статье), ***Betula caerulea-grandis*** Blanchard, ***Pinus strobes*** L., ***Betula lenta*** L., ***Betula lutea*** Michx.. Эти растения проявили хорошую жизненность, имеют здоровый вид, хорошо развитые побеги, почки и листья, обильно или хорошо цветут и плодоносят (таблица 2 , вкладка к статье).

Таблица 2. Оценка общего состояния и степени декоративности

№	Вид	Общее состояние, баллы	Декоративная оценка, баллы
Семейство <i>Betulaceae</i> Agard			
1.	<i>Betula caerulea-grandis</i> Blanchard	1	53
2.	<i>Betula lenta</i> L.	2	48
3.	<i>Betula lutea</i> Michx.	1	29
Семейство <i>Juglandaceae</i> L.			
4.	<i>Juglans rupestris</i> Engelm.	1	55
Семейство <i>Pinaceae</i> L.			
5.	<i>Abies concolor</i> Engelm.	2	39
6.	<i>Larix occidentalis</i> Nutt.	2	35
7.	<i>Picea engelmannii</i> Parry	3	41
8.	<i>Pinus strobes</i> L.	1	52
Семейство <i>Salicaceae</i> Lindl.			
9.	<i>Salix alba f. vitellina pendula</i> Rehd.	3	23

Декоративность объектов исследования определялась по методике О.Н.Виноградовой и Н.В.Котеловой с учетом весовой значимости декоративных признаков. Эта методика заключается в подробном разборе и анализе составляющих элементов с применением методов балльной оценки [4]. По результатам наших исследований наиболее декоративными растениями зоны Северная Америка дендрария ВНИИСПК являются: ***Juglans rupestris*** Engelm., ***Betula caerulea-grandis*** Blanchard, ***Pinus strobes*** L., ***Betula lenta*** L. (рисунок 2). Относясь к разным семействам, эти хвойные и лиственные растения дополняют друг друга и подчеркивают красоту нашего дендрария в любое время года (таблица 2).

Выводы

Проведенными исследованиями отмечено, что редкие североамериканские интродуценты, в том числе занесенные в Красную книгу «МСОП», показали наилучшие результаты по всем изучаемым признакам и могут быть рекомендованы для озеленения ЦЧР. К ним относятся: ***Juglans rupestris*** Engelm., ***Betula caerulea-grandis*** Blanchard, ***Pinus strobes*** L., ***Betula lenta*** L., ***Betula lutea*** Michx. (рисунок 3, вкладка к статье).

Список литературы:

1. Дубовицкая, О.Ю. Коллекция лекарственных интродуцентов дендрария ГНУ ВНИИСПК как источник видового разнообразия для озеленения населенных мест / О.Ю. Дубовицкая // Всероссийская науч. конф. с международным участием, посвящ. 135-летию со дня рождения проф. В. Н. Хитрово «Актуальность идей В.Н. Хитрово в исследовании биоразнообразия России» и круглый стол «Продукционный процесс растений и его регуляция» в честь 110-летия со дня рождения проф. С.И. Ефремова (18-20 сентября 2014

- г., г. Орел): сб. статей. – Орел, 2014. – С. 60-63.
2. Дубовицкая, О.Ю. Перспективы расширения устойчивого ассортимента древесных растений для ландшафтного строительства с использованием североамериканских интродуцентов / О.Ю. Дубовицкая, Л.И. Масалова // Современное садоводство [Электронный ресурс]. – 2013. – № 4.
 3. Элайс, Т.С. Североамериканские деревья. Определитель: Пер. с англ. / Т.С. Элайс; под ред. И.Ю. Корепочинского; Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Центральный сибирский ботанический сад. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2014. – 959 с.
 4. Котелова, Н.В. Оценка декоративности деревьев и кустарников по сезонам года / Н.В. Котелова, О.Н. Виноградова // Физиология и селекция растений и озеленение городов. М.: МЛТИ, 1974. – С. 37-44.
 5. Головач, А. Г. Деревья, кустарники и лианы Ботанического сада БИН АН СССР / А.Г. Головач. – Л.: Наука, 1980. – 188 с.



Рисунок 1. Плодоношение *Juglans rupestris* Engelm



Рисунок 2. Осенняя окраска *Betula lenta* L.



Рисунок 3. *Betula lutea* Michx.

УДК 576.809.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

¹ Хомяк А.И., аспирант; ¹Асатурова А.М., кандидат биологических наук,

¹Сидорова Т.М., кандидат биологических наук,

²Цыгичко А.А., магистрант

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»,

350039, г. Краснодар, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

«Кубанский государственный университет»

350040, г. Краснодар, Россия

E-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

Установлены оптимальные условия культивирования для штаммов-продуцентов биопрепаратов *Bacillus subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517: температура, pH, время культивирования, источники углеродного и азотного питания. Получены оригинальные образцы оптимизированных питательных сред, которые обеспечивают получение жидкой культуры препаратов с оптимальным количеством колониеобразующих единиц в сочетании с высокой антифунгальной активностью в отношении *Fusarium graminearum* и *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

Ключевые слова: бактерии, *Bacillus subtilis*, температура, pH, время культивирования, источники питания, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

Optimal conditions for cultivation of *B. subtilis* BZR 336g and *B. subtilis* BZR 517 strains have been found in the course of the study: temperature, pH, cultivation time, carbon and nitrogen nutrition sources. The studies yielded optimized original samples of nutrient media to provide liquid culture preparations with an optimal amount of colony forming units combined with a high antifungal activity against *Fusarium graminearum* and *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

Key words: bacteria, *Bacillus subtilis*, temperature, pH, cultivation time, nutrition sources, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*.

Введение

Повсеместное широкое распространение грибных болезней зерновых культур является одной из актуальных проблем [1]. В среднем ежегодные потери зерна могут составить до 20% урожая [2]. При этом основной упор в борьбе с грибными болезнями зерновых культур делается на использование химических пестицидов [3]. Безопасной альтернативой химическим пестицидам для защиты растений в сельскохозяйственном производстве служат биологические препараты, а направление по созданию биопрепаратов для защиты растений становится все более актуальным [4]. Особое внимание уделяется созданию биопрепаратов, способных снижать вредоносность наиболее опасных возбудителей заболеваний, к числу которых относятся и грибы рода *Fusarium*, вызывающие угнетение и гибель практически всех важных сельскохозяйственных растений [5].

Известно, что качество получаемого биопрепарата на основе микроорганизмов зависит, в том числе, от сбалансированности состава питательной среды. Поэтому все большее значение приобретает поиск новых компонентов питательных сред, их оптимального соотношения с базисным составом среды и соответствия свойствам культивируемого объекта, что в свою очередь обеспечивает баланс между стоимостью и эффективностью биопрепарата [6-9].

В связи с этим цель настоящего исследования – подобрать оптимальные условия культивирования для штаммов бактерий *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 – основы опытных образцов новых биофунгицидов для защиты озимой пшеницы от болезней, разработанных в лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР [10-16].

Материалы и методы

Для определения оптимальной температуры культивирования штаммы выращивали на жидкой питательной среде при температурах 20,0, 25,0, 30,0 и 35,0 °С; кислотность среды pH устанавливали в пределах 3,0, 6,0, 8,0 и 10,0. В качестве источников углерода были протестированы сахароза, глюкоза, меласса и глицерин с источником азота NaNO_3 . В качестве источников азота использовали пептон, NaNO_3 , кукурузный и дрожжевой экстракты с источником углерода глюкозой. Культивирование осуществляли в течение 48 ч. на картофельно-глюкозной среде и среде Чапека для бактерий. При определении оптимальных сроков культивирования пробы для анализа брали через 8, 16, 24, 36, 48 и 72 ч. после начала культивирования. По окончании культивирования определяли количество колониеобразующих единиц (КОЕ) в жидкой культуре (ЖК) методом Коха [17].

Определение антагонистической активности исследуемых штаммов проводили методом двойных (встречных) культур на картофельно-глюкозном агаре, среде Кинга В и агаризованной оптимизированной среде с тестовым грибом *Fusarium graminearum* Schwabe [18].

Анализ культуральных жидкостей на наличие метаболитов, обладающих фунгитоксичными свойствами, проводили методом биоавтографии с тестовым грибом *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.). Хроматографическое разделение компонентов культуральной жидкости осуществляли на кизельгелевых пластинах с толщиной слоя 2,5 мм в системе растворителей этанол-вода 4:1.

Результаты

В ходе исследований установлено, что высокая плотность клеток в варианте со штаммом *B. subtilis* BZR 336g отмечена при температуре культивирования 30,0 °С и составляла $(4,1 \pm 0,15) \times 10^{10}$ КОЕ/мл. Высокий титр ЖК на основе штамма *B. subtilis* BZR 517 отмечен при температуре 35,0 °С – $(6,1 \pm 0,81) \times 10^{10}$ КОЕ/мл.

Оптимальный рост штамма *B. subtilis* BZR 336g наблюдался при pH среды 6,0 и 8,0 – $(1,6 \pm 0,20) \times 10^8$ КОЕ/мл и $(1,9 \pm 0,59) \times 10^8$ КОЕ/мл соответственно. Для штамма *B. subtilis* BZR 517 наиболее высокий титр ЖК отмечен при pH 10,0 – $(1,0 \pm 0,10) \times 10^9$ КОЕ/мл.

Максимальная плотность клеток опытного образца ЖК на основе штамма *B. subtilis* BZR 336g отмечалась на среде, где в качестве источника углерода была использована меласса: $(1,1 \pm 0,08) \times 10^9$ КОЕ/мл. Для штамма *B. subtilis* BZR 517 среда с добавлением мелассы также была наиболее оптимальной для роста, титр ЖК составил $(3,2 \pm 0,52) \times 10^{11}$ КОЕ/мл.

Высокий титр ЖК в варианте со штаммом *B. subtilis* BZR 336g был отмечен на питательных средах, где в качестве источников азота использовались пептон, дрожжевой и кукурузный экстракты: $1,9-5,6 \times 10^8$ КОЕ/мл. Эти компоненты оказались оптимальны и для штамма *B. subtilis* BZR 517 – $2,3-5,5 \times 10^8$ КОЕ/мл.

На основании полученных данных были подобраны первые образцы оригинальных оптимизированных питательных сред. В ходе исследований установлено, что количество колониеобразующих единиц ЖК на основе штамма *B. subtilis* 336g на оптимизированной среде оказалось на три порядка выше, чем на среде Кинга В и составило $(8,7 \pm 0,66) \times 10^{10}$ КОЕ/мл. Для штамма *B. subtilis* BZR 517 оптимизированная питательная среда также оказалась более предпочтительной по данному критерию: титр ЖК составил $(7,2 \pm 0,42) \times 10^{10}$ КОЕ/мл.

Максимальная антифунгальная активность для штамма *B. subtilis* BZR 336g отмечена на оптимизированной питательной среде. На картофельно-глюкозном агаре и среде Кинга В степень ингибирования патогена оставалась значительно ниже. Для штамма *B. subtilis*

BZR 517 существенной разницы по антифунгальной активности, как в варианте со штаммом *B. subtilis* BZR 336g, выявлено не было. Важно отметить, что только на оптимизированной среде исследуемые штаммы обладали высокой подвижностью.

В ходе исследований кинетики роста штаммов при периодическом культивировании установлено, что оптимальным сроком культивирования для штамма *B. subtilis* 336g является 36-48 ч., для штамма *B. subtilis* 517 – 24-36 ч.

При этом в процессе исследования антибиотической активности в зависимости от сроков культивирования установлено, что максимальная активность в отношении тест-культуры гриба *F. oxysporum* var. *orthoceras* у штамма *B. subtilis* 336g отмечена при культивировании от 24 до 48 ч., для штамма *B. subtilis* 517 – от 16 до 36 ч.

Поскольку для разработки технологий получения биофунгицида необходимо получение жидкой культуры с оптимальным соотношением количества колониеобразующих единиц и антифунгальных веществ, следовательно, наиболее подходящими сроками культивирования для исследуемых штаммов являются: 48 ч. для штамма *B. subtilis* 336g, 36 ч. для штамма *B. subtilis* 517.

При исследовании антифунгальной активности обнаружено наличие антигрибных компонентов в культуральной жидкости обоих штаммов *B. subtilis*. Показано, что обнаруженные активные метаболиты различаются по хроматографической подвижности, поведению в УФ свете, степени ингибирования роста гриба. В наибольшей степени подавление гриба происходило метаболитами в зоне с $R_f=0,86-0,88$ (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика антигрибных метаболитов активных штаммов *B. subtilis* с использованием метода тонкослойной хроматографии на Kieselgel 60, подвижная фаза этанол-вода 4:1

Время культивирования штамма, ч.	$R_f \times 100$	Визуальная оценка степени фунгитоксичности	Поведение в УФ свете
<i>B. subtilis</i> BZR 517			
24	64	+	сине-серое свечение
	73	++	синее свечение
	88	+++	серо-зеленое свечение
36	64	+	сине-серое свечение
	73	++	синее свечение
	88	+++	ярко-зеленое свечение
48	64	+	сине-серое свечение
	72	++	синее свечение
	88	+++	серо-зеленое свечение
<i>B. subtilis</i> BZR 336g			
24	88	+++	зеленое свечение
36	62	+	серое свечение
	74	+	сине-серое свечение
	88	+++	зеленое свечение
48	62	+	серое свечение
	75	++	сине-серое свечение
	88	+++	ярко-зеленое свечение
+ слабое подавление роста гриба ++ среднее подавление роста гриба +++ отсутствие роста гриба			

Максимальная антигрибная активность наблюдалась у штамма *B. subtilis* BZR 517 к 36 ч культивирования. Штамм *B. subtilis* BZR 336g накапливал аналогичную активность после 48 ч. Синее свечение при 366 нм дает возможность предположить, что анализируемые метаболиты могут содержать в своей структуре фенольные кольца. Зеленое свечение в УФ₃₆₆ свете позволяет сделать предположение о циклическом строении

антигрибных соединений [19].

При окрашивании хроматограмм специфическими детектирующими реагентами установлено, что большинство активных метаболитов содержат в своей структуре свободные аминокгруппы и первичные амины. Присутствуют также антигрибные соединения, содержащие фенолы, фенол-карбоновые кислоты, ароматические амины.

Проведенный поиск активных метаболитов позволил выявить группы соединений с определенной хроматографической подвижностью. Обнаружена дискретная, небольшая по площади зона полного отсутствия роста гриба *F.oxysporum* var. *orthoceras*. Вокруг этой зоны характер роста гриба был обычным (как по всей площади хроматографической пластины). Это говорит о возможно присутствии моносоединений в данной зоне хроматограммы (рис. 1).

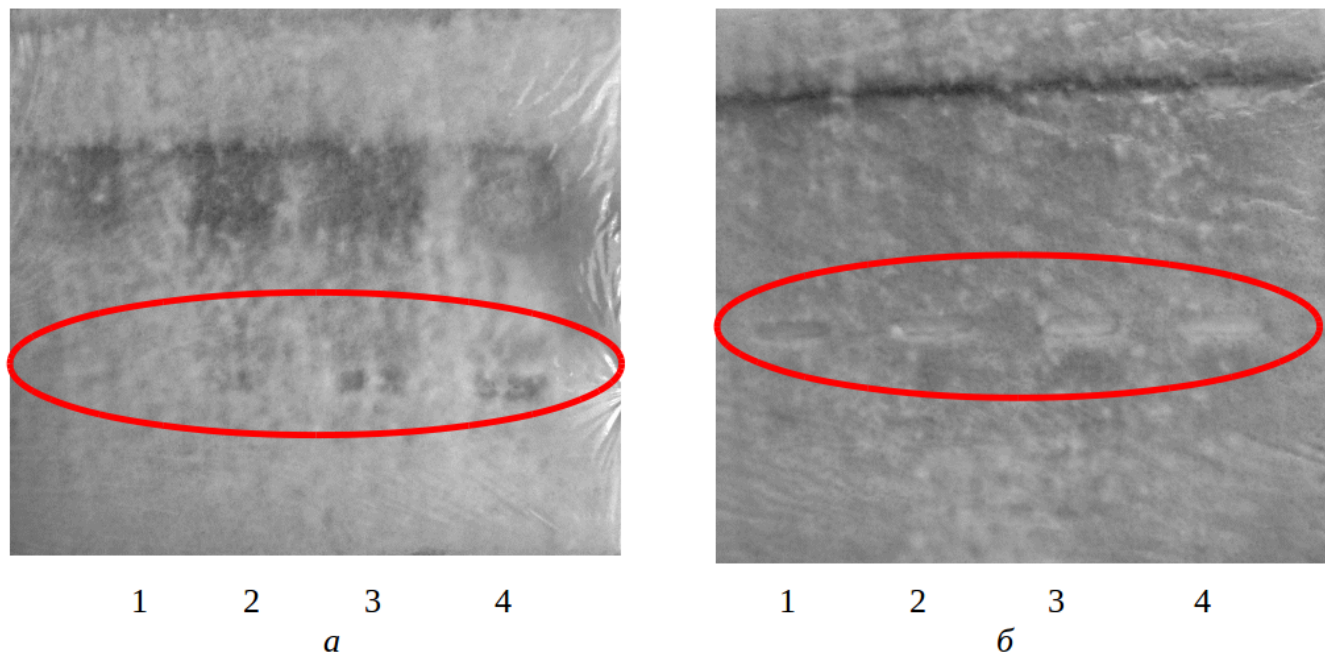


Рисунок 1. Биоавтографии этилацетатных экстрактов культуральной жидкости *B. subtilis* BZR 336g (а) и *B.subtilis* BZR 517 (б), тонкослойная хроматография в системе растворителей этилацетат-этанол-вода 40:15:15

1 -10 мл культуральной жидкости; 2-15 мл культуральной жидкости; 3-20 мл культуральной жидкости; 4-25 мл культуральной жидкости.

Выводы

Полученные экспериментальные данные могут быть использованы в разработке элементов технологии производства новых биофунгицидов для защиты растений на основе бактерий рода *Bacillus* с высокой антифунгальной и ростостимулирующей активностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (ГК № 14.М04.12.0012 от 27 июня 2014 г.) и гранта РФФИ и администрации Краснодарского края № 13-08-96533 p_юг_a.

Список литературы:

1. Монастырский, О.А. Современное состояние и проблемы исследования токсиногенных грибов, поражающих злаковые культуры / О.А. Монастырский // Актуальные вопросы биологизации защиты растений. - Пушино. - 2000. - С. 79-89.
2. Пирязева, Е.А. Распространенность грибов рода *Fusarium* Link, поражающих зерно хлебных злаков в различных регионах Восточной Сибири / Е.А. Пирязева, Л.С. Малиновская // Проблемы Ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - 2009. - № 2. - С. 14-19.

3. Кузин, А.И. Штамм *Bacillus amyliloquefaciens* 16-K 11, обладающий фунгицидной активностью против возбудителей фузариоза зерновых культур / А.И. Кузин, Н.И. Кузнецова, М.А. Николаенко, Р.Р. Азизбеян // Биотехнология. – 2013. – № 5. – С. 31-39.
4. Штерншис, М.В. Тенденция развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России / М.В. Штерншис // Вестник Томского ГУ. Биология. – 2012. – № 2 (18). – С. 92-100.
5. Кабрера Фуентес, Э.А. Скрининг микроорганизмов, способных к подавлению роста микромицетов рода *Fusarium* / Э.А. Кабрера Фуентес, Р.Т. Мухаметшина, Р.А. Габитов, Н.Г. Захарова, Т.В. Багаева, Р.П. Ибатуллина // Ученые записки Казанского государственного университета. – 2010. – Т. 152. – № 2. – С. 121-127.
6. Царенко, И.Ю. Оптимизация питательной среды для культивирования *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 / Царенко И.Ю., Рой А.А., Курдиш И.К. // Мікробіологічний журнал. – 2011.– Т. 73.– № 2. – С. 13-19.
7. Перерва, Т. П. Оптимизация бактериальных питательных сред экстрактом *Ungernia victoris* / Т.П. Перерва, А.Ю. Мирюта, А.С. Дворник, Л.П. Можилевская, В.А. Кунах // Біотехнологія. – 2011. – Т. 4. – №4. – С. 59-64.
8. Гнеуш, А.Н . Удешевление питательной среды для культивирования бактерий рода *Pseudomonas* / А.Н. Гнеуш , К.П. Федоренко , Д.В. Гавриленко ,Н.Л. Мачнева , С.А. Волкова // Молодой ученый . – 2015. – № 13. – С. 243-246.
9. Glare, T. Have biopesticides come of age / T. Glare, J. Caradus, W. Gelernter, T. Jackson, N. Keyhani, J. Kohl, A. Stewart // Trends in Biotechnology. – 2012. – Vol . 30. – № 5. – P. 250-258.
10. Патент на изобретение №2553518 от 20.05.2015 «Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов».
11. Патент на изобретение №2552146 от 29.04.2015 «Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 517 для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов».
12. Asaturova, A.M. Development of environmentally friendly bacterial biopreparations for the protection of fall wheat from *Fusarium* pathogens and other diseases / A.M. Asaturova, V.M. Dubyaga, N.S. Tomashevich, M.D. Zharnikova, N.A. Zhevnova, A.I. Homyak // 10th International conference on plant diseases. – 2012. – P. 709-716.
13. Асатунова, А.М. Физиологические признаки бактерий рода *Bacillus* – перспективных продуцентов биофунгицидов / А.М. Асатунова, А.И. Хомяк, Н.С. Томашевич, М.Д. Жарникова, Н.А. Жевнова, В.М. Дубяга, А.Е. Козицын // Наука Кубани. – 2014. – №1. – С. 12-15.
14. Надыкта, В.Д. Эффективность применения новых бактериальных биопрепаратов для снижения вредоносности экономически значимых возбудителей болезней на озимой пшенице // В.Д. Надыкта, А.М. Асатунова, Н.С. Томашевич, М.Д. Павлова, Н.А. Жевнова, А.И. Хомяк, В.М. Дубяга, А.Е. Козицын, Т.М. Сидорова, С.Г. Карасев // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: тезисы докладов IX Международной научно-практической конференции (Минск, 7-11 сентября 2015 г.). – С. 96-97.
15. Asaturova, A. M. Conditions for the cultivation of new *Bacillus* bacteria being micro bioproduct producers / A.M. Asaturova, A. I. Homyak, N. S. Tomashevich, M. D. Pavlova, N. A. Zhevnova, V.M. Dubyaga, A.Ye. Kozitsin, T. M. Sidorova, V.D. Nadykta, V.Ya. Ismailov // Journal of Pure and Applied Microbiology. – Vol. 9. – № 4. – 2015.
16. Хомяк, А.И. Технология получения биофунгицидов на основе новых бактерий рода *Bacillus* для защиты озимой пшеницы и других сельскохозяйственных культур от экономически значимых болезней / Хомяк А.И., Асатунова А.М., Сидорова Т.М. // Материалы II научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции». – Краснодар, 2016. – С. 216-224.
17. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 608с.
18. Мосичев, М.С. Общая технология микробиологических производств / М.С. Мосичев, А.А. Складнев, В.Б. Котов. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1982. – 264 с.
19. Максимова, Н.П. Бактерии *B.subtilis* КМБУ 30043 – основа биопестицидного препарата Бактоген / Н.П. Максимова, И.Н. Феклистова, Д.В. Маслак, Л.Е. Садовая, Т.Л. Скакун, В.В. Лысак // Материалы конференции «Биологические препараты в растениеводстве». – Kiev, 2008.– С. 20-21.

УДК:636.085

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ПЛЮЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ БИОСИЛ НН, БИОВЕТ, ЗАКВАСКА - К

Цыкунова О.В., Гувеннов А.И., Городецкая Н.А., Салова Л.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Нижегородский
научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
607686, Нижегородская область, Россия
E-mail: okspeskova2010@mail.ru

Приведены экспериментальные данные по консервированию плющеного зерна пшеницы биологическими препаратами отечественного производства: Биосил НН, Биовет, Закваска - К. Эффективность использования препаратов определяли по органолептическим показателям, кислотности, скорости подкисления, содержанию органических кислот, химическому и питательному составу корма, сравнивая их с контрольным вариантом (без применения биологических препаратов).

Ключевые слова: пшеница, плющение, консервирование, органолептические показатели, скорость подкисления, кислотность, органические кислоты, обменная энергия.

Experimental data on efficiency of canning for the rolled grain of wheat biological preparations of domestic production: Biosil NN, Biovet, Sourdough - K. Efficacy of drugs was determined by organoleptic characteristics, acidity, rate of acidification, the content of organic acids, chemical and nutrient composition of food, comparing them with the epitome of rolled grain wheat canned without the use of biological agents (control).

Key words: wheat, swaging, rolled, organoleptic characteristics, speed of acidification, acidity, organic acids, digestible energy.

Введение

Получение прибыли хозяйствами от производства молочной продукции возможно лишь при реализации генетического потенциала за счет кормления коров кормами высокого качества собственного производства [1]. Наибольшая часть затрат при приготовлении кормов связана с концентрированными кормами, содержащими высокую энергетическую ценность на единицу массы [2]. Значительного снижения затрат на сушку фуражного зерна и сокращения сроков уборки можно достичь при его консервировании, охлаждении и создании герметичных условий хранения.

В науке и практике современного кормопроизводства изучено множество препаратов, которые используются для консервирования зерна. Но большинство из них обладают высокой химической агрессивностью и значительными экономическими затратами на приобретение и обеспечение безопасного внесения, и поэтому широкого практического применения не находят. В связи с этим все большую актуальность и востребованность в последние годы приобретают биологические активные препараты на основе молочнокислых бактерий.

Российский рынок биологических консервантов для кормов представлен как импортными, так и отечественными препаратами. Несмотря на широкий ассортимент биоконсервантов, многие хозяйства предпочитают приобретать препараты импортного производства высокой стоимости, несмотря на наличие отечественных аналогов, которые дешевле. Это обусловлено сложившимся стереотипом, что импортные сухие препараты намного лучше консервируют растительное сырье, чем жидкие отечественные [3].

В связи с этим целью наших исследований 2011-2015 гг. являлось изучение влияния биопрепаратов российского производства на качественные показатели корма, полученного консервированием плющеного зерна пшеницы.

Материалы и методы

Объектом исследования являлось фуражное зерно пшеницы повышенной влажности (влажность зерна составляла 34%). Зерно плющили агрегатом Murska – 700 S2. Для консервирования плющеного зерна использовали биопрепараты Биосил НН, Биовет и Закваска – К.

Опыты проводили в лабораторных условиях ФГБНУ «Нижегородский НИИСХ» в соответствии с «Методическими рекомендациями по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании» [4], «Методическими указаниями по силосованию кормов» [5] и «Методическими рекомендациями по проведению опытов по консервированию и хранению объемистых кормов» [6].

Полученный корм анализировали на содержание сухого вещества и сырых питательных веществ (протеина, клетчатки, жира, золы и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ)). Дополнительно оценивали качество готового корма по органолептическим показателям, кислотности, содержанию и соотношению органических кислот (по общей схеме зоотехнического анализа [7] и в соответствии с «Методическими указаниями по оценке качества и питательности кормов» [8]).

Результаты исследований статистическим методом малых выборок с установлением достоверности разницы (Р) между вариантами на ПК с использованием пакета программ Microsoft Office.

Результаты

Первой ступенью при определении качества корма была органолептическая оценка, включающая в себя оценку по цвету, запаху, вкусу, наличию плесени. Она необходима и рекомендуется хозяйствам, где нет специального оборудования и химических реактивов для проверки качества кормов.

Органолептическая оценка контрольного варианта опыта на протяжении всего времени хранения консервированного плющеного зерна в герметичных условиях, без использования биопрепаратов, выявила значительные изменения его цвета и запаха. Изменение цвета в данном образце от желтого до серого обусловлено происходящими процессами порчи корма, что и подтверждается появлением резкого, кислого и маслянистого запаха (таблица 1).

Таблица 1. Органолептические показатели вариантов корма в различных условиях эксперимента

Вариант опыта	Цвет			Запах			Наличие плесени		
	Дни								
	3	7	30	3	7	30	3	7	30
Контроль	желтый	серо-желтый	серый	маслянистый	маслянисто-кислый	резкий, кислый	нет	нет	нет
Биосил НН	желтый	светло-желтый	светло-желтый	слабо-кислый	пряно-кислый	пряный	нет	нет	нет
Биовет	желтый	светло-желтый	светло-желтый	слабо-кислый	пряно-кислый	пряный	нет	нет	нет
Закваска- К	желтый	светло-желтый	светло-желтый	слабо-кислый	пряно-кислый	пряный	нет	нет	нет

Использование биологических консервантов привело к получению кормов 1 класса качества по органолептическим показателям (таблица 2). Полученные корма имели цвет от желтого до светло-желтого с приятным – слабокислым, пряным запахом, характерным для квашеных овощей.

Из таблиц 1 и 2 видно, что контрольные варианты плющеного зерна пшеницы были характерными для удовлетворительного корма 3 класса качества, который можно использовать на корм животным в ограниченном количестве. Применение Биосила НН,

Биовета и Закваски - К на плющеном зерне способствовало получению консервированного зерна 1 класса качества. Очевидно, что это напрямую связано с обсеменением плющеного зерна бактериями, регулирующими процессы консервирования зерна за счет обеспечения преимущественно молочнокислого брожения.

Таблица 2. Класс качества корма по органолептическим показателям

Варианты опыта	Класс качества через		
	3 дня	7 дней	30 дней
Контроль	3	3	3
Биосил НН	1	1	1
Биовет	1	1	1
Закваска- К	1	1	1

Скорость подкисления консервированного плющеного зерна пшеницы биологическими препаратами показала, что их применение способствует увеличению кислотности корма до оптимальных пределов и не позволяет ей снижаться на протяжении всего времени хранения корма (рисунок 1). При этом наиболее эффективно проявил себя биопрепарат Биосил НН. Близкий к нему результат показал Биовет.

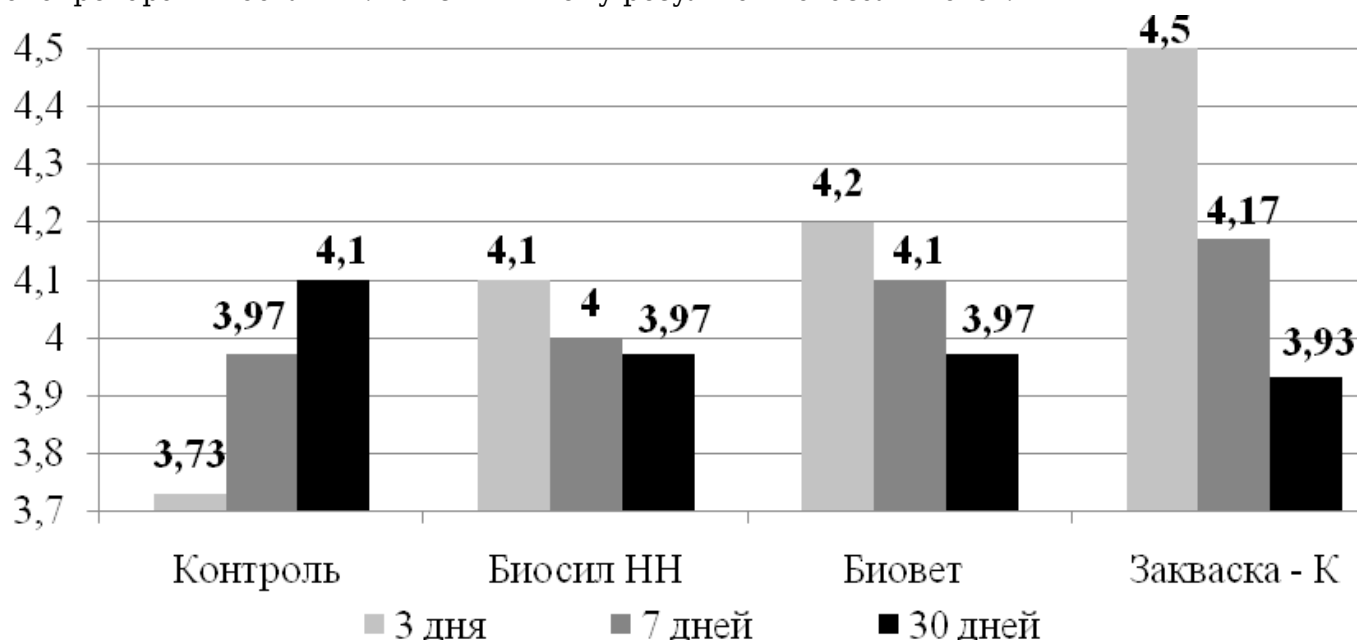


Рисунок 1. Подкисление консервированного зерна пшеницы, единиц рН

Полученные данные позволяют отметить, что консервирование плющеного зерна пшеницы в герметичных условиях без применения биопрепаратов способствует увеличению кислотности за 3 дня до 3,73 ед. рН. Однако затем на протяжении всего времени хранения корма наблюдается снижение кислотности. Такие результаты консервирования указывают на то, что по истечении 3 дней в сырье стала преобладать нежелательная микрофлора, увеличение численности которой и приводит к снижению кислотности. Поэтому, несмотря на то, что корм, полученный в контрольном варианте, по кислотности соответствовал требуемым параметрам (3,9-4,4 единицы рН – ОСТ 10 202 – 97), скармливать такой корм без проведения токсико-биологического исследования нельзя, поскольку это может привести к болезням животных, снижению их продуктивности и увеличению сроков осеменения.

Применение биологических препаратов для консервирования плющеного зерна пшеницы увеличивало образование кислот в 1,5 раза по сравнению с контрольным вариантом опыта. Наибольшее количество кислот образовалось в консервированном корме при обработке плющеного зерна биопрепаратом Биосил НН – сумма органических кислот составила 6,49% от сухого вещества при кислотности 3,97 единицы рН ($P \leq 0,005$) (таблица 3).

Таблица 3. Содержание органических кислот

Вариант опыта	Органические кислоты, % от сухого вещества						
	Молочная кислота	% от общего кислотообр.	Уксусная кислота	% от общего кислотообр.	Масляная кислота	% от общего кислотообр.	Сумма орг. кислот
Контроль	3,64±0,40	90,77	0,34±0,02	8,48	0,03±0,015	0,75	4,01±0,43
Биосил НН	5,92±0,60	91,22	0,55±0,08	8,47	0,02±0,02	0,3	6,49±0,05
Биовет	5,02±0,31	91,77	0,40±0	7,31	0,05±0,04	0,9	5,47±0,28
Закваска - К	5,69±0,006	90,75	0,53±0,09	8,45	0,05±0,02	0,8	6,27±0,06

По абсолютному содержанию уксусной кислоты в вариантах с использованием биопрепаратов было выше, чем в контрольном варианте. Однако в процентном соотношении ее доля в общем количестве кислотообразования находилась на уровне контрольного варианта при использовании препаратов Биосил НН и Закваски - К и была несколько ниже при консервировании зернового сырья Биоветом. Во всех вариантах опыта была обнаружена масляная кислота в количествах допустимых для корма хорошего качества (1% от общего кислотообразования). Наименьшее содержание масляной кислоты определилось в консервированном зерне с применением препарата Биосил НН.

Химический состав консервированного плющеного зерна пшеницы представлен в таблице 4.

Таблица 4. Качественный состав консервированного плющеного зерна (%) от абсолютно сухого вещества

Варианты опыта	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
Контроль	19,97±0,09	2,66±0,05	1,91±0,02	72,80±0,21
Биосил НН	21,00±0,36	2,68±0,10	1,76±0,27	71,78±0,67
Биовет	21,6±0,03	2,76±0,01	1,81±0,17	70,98±0,17
Закваска- К	21,41±0,14	2,74±0,03	1,79±0,04	71,23±0,14

Полученные данные позволяют констатировать, что содержание сырого протеина в вариантах с использованием биопрепаратов выше, чем в контрольном варианте соответственно на 1,03; 1,63; 1,44% .

Наибольшее количество сырого жира в составе корма отмечено при использовании в качестве консерванта препарата Биовет (прибавка к контролю на данном варианте достоверна и составляет 0,1%). Применение Биосил НН и Универсальной закваски позволило получить дополнительно к контролю 0,02 и 0,08% жира.

В образцах консервированного плющеного зерна с применением биопрепаратов отклонения от контрольного варианта по содержанию сырой клетчатки являлись статистически достоверными ($P \geq 0,05; 0,01$). При этом наиболее низким значением по данному показателю был вариант с использованием препарата Биосил НН - 1,76% от абсолютно сухого вещества ($P \geq 0,001$).

Содержание БЭВ было достоверно ниже в образцах при использовании для консервирования плющеного зерна препаратов Биовет и Закваски - К.

Изменения питательной ценности корма незначительно отличались от изменений химического состава, так как напрямую зависят от него (таблица 5).

Таблица 5. Питательность консервированного плющеного зерна

Варианты опыта	В 1 кг сухого вещества содержится:				
	кормовые единицы	обменной энергии, МДж	переваримого протеина, г	кальция, г	фосфора, г
Контроль	1,45±0,006	13,78±0,02	159,8±0,07	0,6±0,004	6,4±0,004
Биосил НН	1,56±0,01	13,89±0,02	168,0±0,29	0,6±0,01	6,5±0
Биовет	1,57±0,01	13,92±0,04	172,8±0,02	0,7±0,004	6,8±0,004
Закваска- К	1,57±0,006	13,91±0,04	171,3±0,11	0,6±0,00	6,9±0,00

Низкое содержание обменной энергии и кормовых единиц определено в контрольном варианте. В других образцах консервированного корма обменной энергии и кормовых единиц содержалось на 0,11-0,14 МДж ($P \geq 0,01$, $P \geq 0,05$, $P \geq 0,05$) и 0,11-0,12 к. ед. ($P \geq 0,001$) больше.

Максимальное содержание переваримого протеина отмечено в варианте с использованием препарата Биовет – 172,8 г/кг абсолютно сухого вещества, что на 13 г больше контрольного варианта ($P \geq 0,001$). В вариантах опыта с Биосилом НН и Закваской - К содержание переваримого протеина повышалось с достоверностью 95%, но не превышало значений при использовании препарата Биовета для консервирования зерна.

Наибольшее количество кальция и фосфора наблюдалось в варианте с применением препарата Биовет ($P \geq 0,001$).

Таким образом, полученные данные позволяют констатировать, что наибольшей эффективностью при консервировании плющеного зерна обладал препарат Биовет. В 1 килограмме сухого вещества плющеного зерна, консервированного препаратом Биовет содержится: 1,57 кормовых единиц, 13,92 МДж обменной энергии, 216 г сырого протеина, 172,8 г переваримого протеина.

Выводы

Результаты проведенного испытания показали, что оптимальными по химическому составу и питательной ценности признаками обладал корм, полученный при обработке плющеной пшеницы препаратом Биовет.

Его использование для консервирования плющеного зерна пшеницы влажностью 34% позволяет подкислять корм за 3 дня до оптимального значения кислотности, необходимого для длительного хранения корма.

Использование препарата Биовет способствует увеличению образования молочной кислоты и получению корма содержащего в 1 кг сухого вещества 1,57 к. ед, 13,92 МДж обменной энергии, 216 г сырого протеина, 172,8 г переваримого протеина.

Список литературы:

1. Лагутин, В. Обзор рынка: силосные закваски и консерванты / В. Лагутин // Ценовик. – 2015. – № 4. – С. 42-47.
2. Таранов, М.Т. Методические рекомендации по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, использованных при силосовании кормов / М.Т. Таранов, В.Л. Владимиров, П.А. Науменко // Методические рекомендации. – Дубровицы, 1983. – 9 с.
3. Зафрен, С.Я. Методические указания о проведении опытов по силосованию кормов / С.Я. Зафрен, Н.В. Колесников, В.А. Бондарев // Методические указания. – Москва: Колос, 1968. – 32 с.
4. Бондарев, В.А. Проведение опытов по консервированию и хранению объёмистых кормов / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, Ю. Победнов // Методические рекомендации. – Москва: ФГУ РЦСК, 2008. – 47 с.
5. Лукашик, Н.А. Зоотехнический анализ кормов / Н.А. Лукашик, В.А. Тащилин // Руководство к практическим занятиям, учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – Москва: Колос, 1965. – 224 с.
6. Сычев, В.Г. Методические указания по оценке качества и питательности кормов / В.Г. Сычев, В.В. Лепешкин // Методические рекомендации. – Москва: ЦИНАО, 2002 г. – 76 с.

УДК 631.41:634.8 (471.63)

К ВОПРОСУ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ВИНОГРАДНИКОВ ЮГА ТАМАНИ

Черников Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук

*ФГБНУ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт
садоводства и виноградарства, 350901, г. Краснодар, Россия*

E-mail: Garden_soil@mail.ru

Рассматривается проблема пространственного распределения засоленных почв на виноградных плантациях юга Тамани. Установлено совокупное влияние особенностей рельефа, почвообразующих пород и климатических условий на характер распределения засоленных почв. Выявлено, что источником солей являются палеоген-неогеновые глины г. Комендантская. Передвижение солей с поверхностными водами вниз по склону и накопление их в склоновых почвах, преимущественно вблизи ложбин и балок, берущих начало у подножья горы, способствует увеличению площадей засоленных почв виноградников.

Ключевые слова: *виноград, засоление почв, активность ионов, натрий, хлориды.*

Considers the problem of spatial distribution of saline soils in vineyards of the South of Taman. Installed the combined effect of topography, parent rock and climatic conditions on the distribution pattern of salt-affected soils. It is revealed that the source of salts are the Paleogene-Neogene clay city curfew. The movement of salts with surface water down the slope and their accumulation in the slope soils, mostly near the troughs and gorges which begin at the foot of the mountain, contributes to the increase in acreage of salt-affected soils of the vineyards.

Key words: *vines, soil salinization, the activity of the ions, sodium, chlorides.*

Введение

Проблема засоления почв виноградников, а также возможность использования засоленных и солонцеватых почв для закладки новых насаждений винограда получила широкое распространение во всем мире. В Российской Федерации наибольшие площади виноградников сосредоточены в Северо-Кавказском эколого-географическом регионе и в Крыму. В границах Краснодарского края одним из основных виноградарских и винодельческих регионов является Таманский полуостров. Однако значительные площади виноградников Тамани расположены на почвах, имеющих те или иные лимитирующие факторы для виноградных растений [1]. Наиболее распространенным лимитирующим фактором является засоление почв.

На Таманском полуострове, где почвообразующими породами являются лёссовидные суглинки, подстилаемые засоленными майкопскими глинами, среди глубоко засоленных почв локально при близком залегании засоленных глин формируются солонцы сульфатного химизма [2]. Хотя виноград и относят к относительно солеустойчивым культурам, но высокое содержание солей в почвенном растворе неизменно приводит к угнетению и преждевременной гибели кустов винограда. Угнетение винограда на засоленных и солонцеватых почвах выражается в сокращении числа побегов на куст, уменьшении количества и снижении среднего веса грозди, и, как следствие, – в снижении урожайности [3].

В зависимости от устойчивости сорта высокое содержание солей может приводить к снижению интенсивности роста корневой системы и виноградной лозы [4, 5]. Зачастую причиной гибели плодовых деревьев и винограда является щелочность почвы, обусловленная наличием карбонатов и бикарбонатов магния и натрия [6, 7]. Эти соли являются наиболее токсичными. Одной из причин формирования засоленных почв являются климатические особенности Анапо-Таманской зоны [8, 9]. Соотношение осадков ливневого характера с высокими температурами в засушливый период приводит к интенсивному испарению влаги с поверхности почвы, которое влечет за собой

капиллярный подъем воды с растворенными в ней солями. Содержание солей в верхних горизонтах почвы и прикорневой зоне при этом возрастает [10]. Целью наших исследований явилось выявление источников и изучение механизмов засоления почв виноградников юга Тамани для рационального распределения земель под закладку виноградников.

Материалы и методы

Исследования проводили в виноградных плантациях ООО АФ «Мирный» Темрюкского района Краснодарского края. Виноградники расположены на наклонной морской пластовой равнине с маломощным покровом пролювиально-делювиальных отложений в подножии горы Комендантской, сложенной соленосными палеоген-неогеновыми отложениями. Наклонную равнину пересекает ряд балок и ложбин, которые берут свое начало на склонах гор и пересекают плантации виноградника в южном направлении. Мелкие ложбины завершаются конусами выноса на различных гипсометрических уровнях, а крупные впадают в лиман Цокур.

Изучение почвенного покрова выполнено на ключевых участках, расположенных в верхней, средней и нижней частях катены геохимического сопряжения в ландшафте: от склонов горы Комендантская через наклонную морскую пластовую равнину с виноградниками вдоль одной из ложбин. Хорошо выраженная ложбина берет свое начало на южном склоне горы Комендантской, пересекает виноградники на наклонной пластовой равнине в южном направлении и заканчивается конусом выноса на расстоянии около 2,2 км от подножия горы. Система опробирования включала почвенный разрез на водосборной площади верховий ложбины на горе Комендантской, четырех катен, пересекающих ложбину в поперечном направлении на нескольких гипсометрических уровнях и включающих от 7 до 12 скважин каждая. Отбор почвенных образцов проводили: в разрезах – по горизонтам; в скважинах – по слоям мощностью от 10 до 30 см в зависимости от морфологических признаков. Для определения содержания и состава солей использовали стандартную водную вытяжку 1:5 и потенциометрическое измерение активности ионов Na^+ и Cl^- с помощью ионоселективных электродов в почвенных пастах с влажностью 50% [11]. Регистрирующий прибор – «Экотест-120».

Результаты

В верхней части наклонной морской пластовой равнины на ровных участках общего склона наблюдаются различные вариации засоленности почв, от потенциально засоленных (активность ионов натрия < 20 ммоль/л в пастах с влажностью 50% в слое 0-200 см) до слабозасоленных почв (активность ионов натрия достигает 20-50 ммоль/л на глубине от 75 см (солончаковатые) или 100-110 см (глубокосолончаковатые, до 250-300 см). Почвы в ложбине с прилегающими к ней участками ровного склона шириной 5-8 м по обе стороны являются солончаковатыми слабозасоленными. Вместе с тем в этих почвах отмечается сравнительно низкая активность хлорид-ионов по всему профилю почвы – менее 1 ммоль/л (в днище ложбины – от 1 до 2 ммоль/л) при влажности 50% (рис. 1).

Вертикальное распределение активности ионов в профиле почвы имеет некоторые особенности. В днище ложбины (скв. ТМ-32) содержание солей натрия постепенно более или менее равномерно увеличивается с $A_{\text{Na}} = 5$ ммоль/л (0.25 смоль(экв)/кг) в пахотном горизонте до $A_{\text{Na}} = 35...40$ ммоль/л (1.75...2.0 смоль(экв)/кг) на глубине 100-130 см, глубже сохраняется на этом уровне до глубины около 220 см и имеет максимум $A_{\text{Na}} = 54...60$ ммоль/л (2.7...3.0 смоль(экв)/кг) на глубине 250-300 см. Засоление – сульфатное натриевое по всему профилю.

На середине склонов обоих бортов ложбины (скв. ТМ-31 и ТМ-33) в почвах на глубине от 90 до 140 см сформировался локальный максимум по натрию, свидетельствующий об активном поступлении солей в эту зону, очевидно, за счет капиллярного подтока солевых растворов в зону отбора воды корневыми системами виноградной лозы. На перегибах от склона ложбины к ровной части общего склона (скв. ТМ-29 и ТМ-34) вертикальный профиль по натрию сходен с тем, который наблюдается в днище (скв. ТМ-32), при существенно

более низком содержании хлоридов.

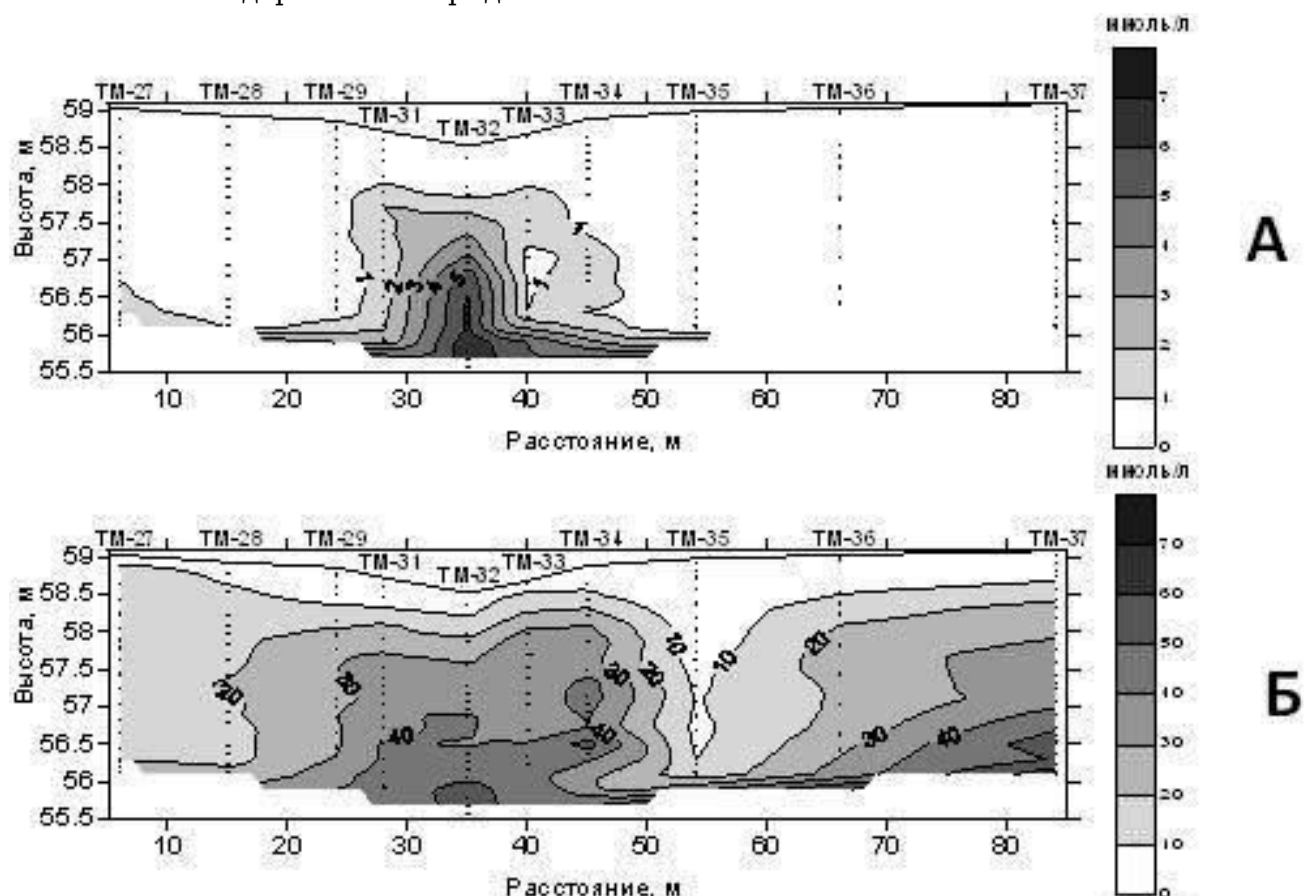


Рисунок 1. Активности хлоридов A_{Cl} (А) и ионов натрия A_{Na} (Б) в профиле почвы в верхней части наклонной морской пластовой равнины.

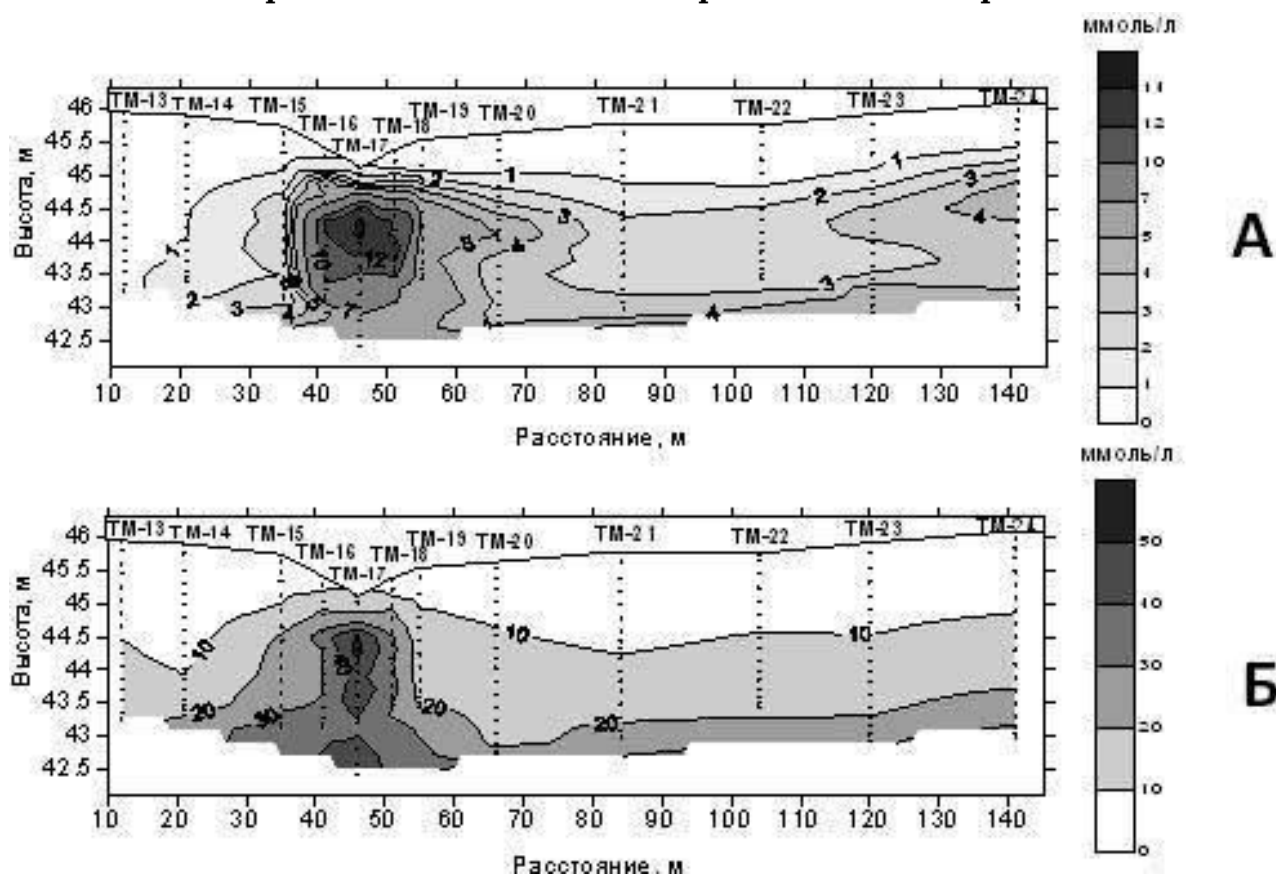


Рисунок 2. Активности хлоридов A_{Cl} (А) и ионов натрия A_{Na} (Б) в профиле почвы

в средней части наклонной морской пластовой равнины.

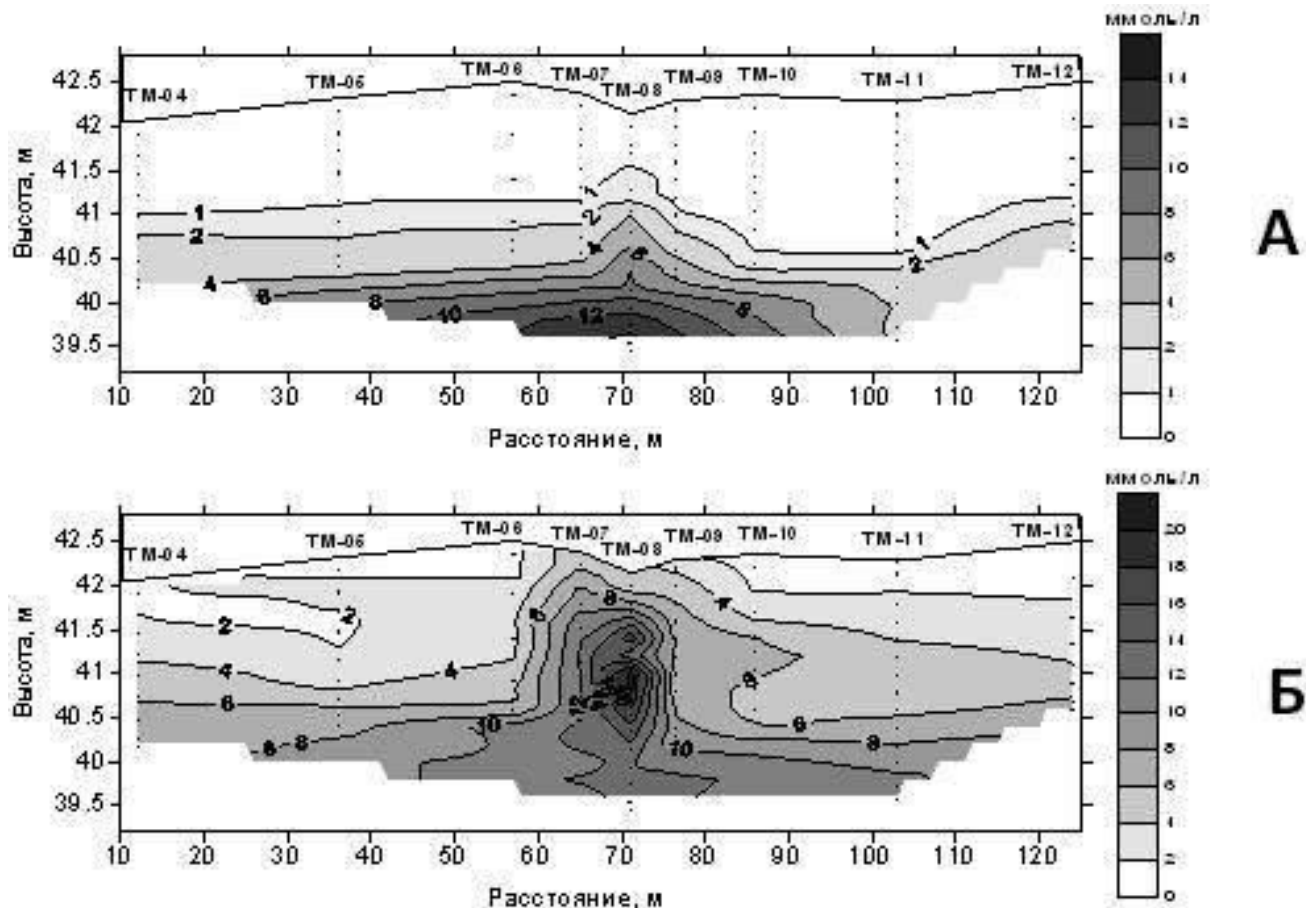


Рисунок 3. Активности хлоридов A_{Cl} (А) и ионов натрия A_{Na} (Б) в профиле почвы в нижней трети наклонной морской пластовой равнины.

Подобное вертикальное распределение солей, имеющее в целом элювиальный характер с более интенсивным вымыванием из верхней части профиля приблизительно до 1 м и менее интенсивным – из нижней части на глубине 1-2,5 м, является характерным для всей верхней трети наклонной пластовой равнины, начинающейся от подножия г. Комендантской. Основная масса солей поступила сюда в процессе делювиального сноса засоленных палеоген-неогеновых глинистых отложений с г. Комендантской. В дальнейшем происходило и продолжает происходить постепенное вымывание солей атмосферными осадками. Судя по форме современного вертикального солевого профиля, соли перемещаются не столько вертикально вниз, сколько в сторону вниз по уклону местности. Строго вертикальному промыванию почв препятствует среднеглинистый гранулометрический состав и низкая водопроницаемость набухающих глин.

Современная ложбина, заложенная приблизительно по трассе более древней ложбины, сформировавшейся на ранних этапах накопления глинистого делювия, служит каналом, в который сосредотачивается поверхностный сток дождевых и талых вод, стекающих с водосборной площади на г. Комендантской и верхней трети наклонной пластовой равнины. Поток воды, поступающей в ложбину, способствует переносу солей вниз по склону. Вместе с тем жаркий климат Тамани, особенно в летний период, приводит к расходу накопившейся в почвах ложбины влаги на испарение и транспирацию и способствует накоплению в почвах ложбины поступающих солей. В ложбине в верхней, средней части и нижней трети наклонной морской пластовой равнины отмечается угнетение виноградных растений, выражающееся в снижении вегетативной массы и урожайности виноградных кустов, а иногда и к их полной гибели. В верхней части наклонной морской пластовой равнины угнетение винограда отмечается и на ровных частях склонов, прилегающих к ложбине.

В средней части и в нижней трети наклонной морской пластовой равнины почвы сравнительно ровных участков общего склона формально не засолены до 2-2.5 м (A_{Na} не превышает 20 ммоль/л при влажности 50%, или менее 1 смоль(экв)/кг почвы), являясь потенциально засоленными (рис. 2, 3). Слабое засоление отмечается только под ложбиной.

В средней части наклонной морской пластовой равнины, под бортами и днищем ложбины (скв. ТМ-16...ТМ-18) располагаются солончаковатые слабозасоленные почвы сульфатного и хлоридно-сульфатного химизма. Было отмечено несколько локальных максимумов солей на глубине от 80 до 250 см.

В нижней трети наклонной морской пластовой равнины на почвах ложбины (скв. ТМ-07...ТМ-10) отмечается максимум солей на глубине от 80 до 140 см. При этом только в днище (ТМ-08) значения активности ионов натрия достигают 21 ммоль/л (1.05 смоль(экв)/кг), а на склонах они не превышают 12 ммоль/л (0.6 смоль(экв)/кг). Таким образом, слабозасоленным горизонтом является только слой 80-130 см в почве днища ложбины, остальные почвы на склонах ложбины являются формально незасоленными.

Еще дальше в нижней части наклонной морской пластовой равнины распространение получили потенциально засоленные почвы. Виноградные насаждения здесь находятся в удовлетворительном состоянии, независимо от положения по рельефу.

Выводы

Гора Комендантская сложена засоленными морскими глинами, которые и являются источником засоления нижележащих слоев почв. В настоящее время соли мигрируют со склонов горы Комендантской с поверхностными и внутрипочвенными водами. Почвенный покров склонов горы представлен слабоводопроницаемыми засоленными глинистыми набухающими почвами. Тяжелый гранулометрический состав почв склонов горы и верхней части наклонной морской пластовой равнины затрудняет вертикальную фильтрацию влаги вглубь почвы и усиливает горизонтальный сток поверхностных засоленных вод по основному уклону местности. Жаркий климат Тамани, особенно в летний период, приводит к расходу накопившейся в почвах влаги на испарение и транспирацию и способствует накоплению в почвах поступающих солей. Сосредоточение водных потоков в области современной ложбины приводит к засолению почв, преимущественно в самой ложбине, ниже по склону, при постепенном все более глубоком залегании солевых горизонтов почв на более низких гипсометрических уровнях равнины. В итоге передвижение солей с поверхностными водами вниз по склону и накопление их в склоновых почвах, преимущественно вблизи ложбин и балок, берущих начало у подножья горы, способствует увеличению площадей засоленных почв виноградников.

Список литературы:

1. Хаджиди, А.П. Почвенно-экологическая оценка черноземов южных Анапо-Таманской зоны Западного Предкавказья для культуры винограда: автореф. дис... канд. с.-х. н. / А.П. Хаджиди. – Краснодар, 2004. – 19 с.
2. Новикова, А.Ф. Зональные, провинциальные и литолого-геоморфологические особенности проявления засоленности почв в Южном федеральном округе России / А.Ф. Новикова, Е.И. Панкова, А.А. Контобойцева // Почвоведение. – 2011. – № 8. – С. 923-939.
3. Горошко, В.В. Агрономическая оценка засоленных почв степного Крыма для культуры винограда по почвенно-физиологическим показателям: автореф. дис. канд. с.-х. н. / В.В. Горошко. – Кишинев, 1967. – 16 с.
4. Юсуфов, А.Г. Связь агроэкологических исследований с задачами аутоэкологии / А.Г. Юсуфов // Вестник Дагестанского государственного университета. – 2014. – № 1. – С. 117-125.
5. Юсуфов, А.Г. Организация и толерантность к засолению изолированных структур побега у сортов винограда / А.Г. Юсуфов, К.К. Мамедова // Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий : материалы международной научной конференции и школы молодых ученых. Под ред. Е.С. Роньжиной. – Калининград, 2014. –

С. 515-517.

6. Неговелов, С.Ф. Почвы и сады / С.Ф. Неговелов, В.Ф. Вальков. – Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1985. – 192 с.
7. Унгуриян, В.Г. Почвенные и агрохимические основы повышения производства винограда и фруктов в Молдавии, на Украине и Северном Кавказе / В.Г. Унгуриян, А.Ф. Скворцов, С.Ф. Неговелов, В.Ф. Вальков и др. // Доклады симпозиумов VI делегатского съезда всесоюзного общества почвоведов. – Тбилиси: Грузинский НИИ почвоведения, агрохимии и мелиорации им. М.Н. Сабашвили, 1981. – С. 19-41.
8. Бондарь, А.В. Проблемы вторичного засоления и переувлажнения черноземов южных Анапо-Таманской зоны / А.В. Бондарь, В.П. Попова // Проблемы агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры : материалы симпозиума "Развитие фундаментальных исследований по проблемам агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры". – 2013. – С. 21-27
9. Попова, В.П. Изучение процессов вторичного засоления черноземных почв виноградников Тамани / В.П. Попова, А.В. Бондарь, Е.А. Черников, Т.Г. Фоменко // Наука Кубани . – 2014. – № 3 . – С. 33-38.
10. Рыфф, И.И. Реакции подвойных сортов винограда на солевой стресс IN VITRO / И.И. Рыфф / Магарач. Виноградарство и виноделие . – 2015. – № 3 . – С. 52-53.
11. Руководство по лабораторным методам исследования ионно-солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв / Н.Б. Хитров, А.А. Понизовский. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1990. – 236 с.

УДК 631.8:633.18

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЗОТА НА ФОНЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ КАЛИЙНО-КРЕМНИЕВЫМ УДОБРЕНИЕМ

**Чижигов В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Паращенко В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Кумейко Ю.В.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный.
E-mail: arrri_kub@mail.ru*

Проведенными исследованиями в условиях полевого опыта установлено, что некорневая подкормка калийно-кремниевым (келик калий-кремний) удобрением в возрасте растений 5-6 и 7-9 листьев в дозе 1 л/га на посевах риса, достаточно обеспеченных азотным питанием, способствовало увеличению урожайности на 6,1% при условно чистом доходе 5400 руб./га.

Ключевые слова: рис, урожайность, азотное удобрение, калийно-кремниевое удобрение, некорневая подкормка.

The research conducted under conditions of field experiment had shown that foliar application with potassium-silicon fertilizer (kelik potassium-silicon) at the age of plants 5-6 and 7-9 leaves in a dose of 1 l/ha on rice crops sufficiently provided with nitrogen nutrition caused yield increase by 6,1% with conditional net income of 5400 rubles/ha.

Key words: rice, yield, nitrogen fertilizer, potassium-silicon fertilizer, foliar application.

Введение

В интенсивных технологиях возделывания риса внесение удобрений направлено на реализацию биологического потенциала сорта в комплексе мелиоративных, агротехнических и защитных мероприятий. Оно позволяет восполнить общий недостаток в почве доступных растениям элементов питания и устранить несоответствия между естественно складывающимися темпами их мобилизации и потребностями риса.

Из минеральных удобрений, вносимых под рис, ведущая роль в повышении его урожайности принадлежит азотным. На их долю приходится 80-90% прибавки урожая, получаемой от полного минерального удобрения (NPK).

Внесение азотных удобрений, без которых невозможно современное интенсивное рисоводство, вызывает диспропорцию в кремниевом обмене растения, способную приводить к значительному снижению продуктивности. Поэтому следует принимать меры по сбалансированности кремниевого обмена риса, которые направлены на оптимизацию метаболизма риса в целом [2].

Кремний необходим для улучшения потребления азота, фосфора и калия. Он стимулирует ростовые процессы, ускоряет наступление фаз цветения и созревания, что связано с увеличением энергии для метаболических процессов и синтеза сахаров. Его накопление в проводящих сосудах вызывает повышение механической прочности тканей. Кремний, накапливающийся в растениях риса в значительных количествах, не является балластным элементом [1, 3, 4, 7, 8, 12, 13].

Повышение урожая риса при внесении кремния обусловлено двумя составляющими. Во-первых, повышением числа продуктивных стеблей и детерминизацией механизмов формирования метелки. При оптимальном кремниевом питании возрастает число колосков на метелке и масса 1000 зерен, уменьшается пустозерность. Во-вторых, кремний определяет механическую прочность тканей риса, в результате чего возрастает устойчивость растений риса к полеганию, болезням и вредителям, а также предохраняет растения от излишнего испарения, тем самым снижая интенсивность транспирации [1, 2, 11, 12].

В агроценозах растения поглощают кремний, главным образом, из почвенного раствора в форме монокремниевой кислоты, а также в виде силикат-анионов [7, 9, 13].

Основным источником кремния для сельскохозяйственных растений является почва. Все типы почв Краснодарского края характеризуются высоким содержанием этого элемента. Вовлечение почв в сельскохозяйственное производство нарушает сложившийся баланс кремния, поскольку значительная часть этого элемента ежегодно безвозвратно отчуждается с урожаем, а также вследствие высокой подвижности он подвержен инфильтрации за пределы пахотного слоя почвы. В условиях рисовых систем Краснодарского края баланс кремния – отрицательный [5, 6].

Таким образом, для восполнения дефицита кремния возникает необходимость в дополнительном внесении кремниевых соединений как удобрительных средств.

Поглощение кремния у риса сопряжено с калийным питанием, так как должен активно функционировать метаболический механизм поглощения калия. Калий в клетках растений содействует стабилизации мембран, обеспечивая благоприятные условия для протекания синтетических процессов. Калий в наибольшем количестве потребляется рисом в первой половине вегетации, и его недостаток до дифференциации конуса нарастания приводит к снижению числа колосков на метелке. Обеспечение риса калием во второй половине вегетации способствует усилению оттока запасных углеводов из вегетативных органов в генеративные, что в результате повышает урожайность [2, 10, 13].

Цель исследований

Установить оптимальные дозы азота на фоне некорневой подкормки калийно-кремниевым удобрением.

Материалы и методы

Полевой опыт проводили в 2013-2015 гг. на рисовой оросительной системе ВНИИ риса. Почва – лугово-черноземная. Сорт риса – Диамант.

Азотное удобрение (мочевина) вносили равными долями перед посевом и в фазу кущения согласно схемы опыта (табл.).

В опыте было использовано комплексное удобрение келик калий-кремний (K-Si), содержащее: K₂O-15%, SiO₂-10%, в дозе 1 л/га, которое было внесено в возрасте 5-6 и 7-9 листьев растений риса.

Результаты

Установлено, что при применении некорневой подкормки калийно-кремниевым удобрением обеспеченность растений азотом существенно возрастала с увеличением дозы азота до 120 кг/га. При этой дозе отмечена разница с вариантом, где калийно-кремниевое удобрение не применяли. Так, в фазы кушения и трубкувания она составляла 6,3 и 10,8% соответственно. Увеличение дозы азота до 150 д.в.кг/га не способствовало дальнейшему повышению обеспеченности растений азотом.

Применение дозы азота, 150 д.в. кг/га, и калийно-кремниевое удобрения способствовало повышению урожайности риса. Наиболее весомая прибавка урожайности (6,1%) отмечена на варианте с применением калийно-кремниевое удобрения на фоне 120 кг азота. Она была получена за счет повышения коэффициента продуктивного кушения с 1,3 до 1,4, числа зерен с растения с 157 до 166 шт., снижением пустозерности с 7,3 до 6,1%, и в итоге повышения массы зерна с растения с 4,28 до 4,58 г.

В результате экономической оценки применения некорневой подкормки калийно-кремниевым удобрением установлен наибольший эффект на фоне внесения азотного удобрения в дозах 120 и 150 д.в. кг/га. Так, при внесении этих доз азота условно чистый доход составил 5400 и 3100 руб./га соответственно.

Таблица 1. Эффективность некорневой подкормки риса кремнийсодержащим удобрением на возрастающих дозах азотного удобрения

№	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка *		УЧД, руб./га
			т/га	%	
1.	N0P0K0 - контроль	5,4	-	-	
2.	N60	7,9	-	-	750
3.	N60 + K-Si kv	8,1	0,2	2,5	
4.	N90	9,2	-	-	1930
5.	N90 + K-Si kv	9,5	0,3	3,3	
6.	N120	9,8	-	-	5400
7.	N120 + K-Si kv	10,4	0,6	6,1	
8.	N150	10,2	-	-	3100
9.	N150 + K-Si kv	10,6	0,4	3,9	
	HCP05	0,28	-	-	-

Примечание: Прибавка * - прибавка от применения K-Si к варианту с одинаковой дозой N; УЧД - условно-чистый доход, руб./га.

Анализ данных таблицы показал, что некорневая подкормка калийно-кремниевым удобрением в сочетании с возрастающими дозами азота экономически целесообразна на посевах риса.

Вывод

Применение некорневой подкормки калийнокремниевым удобрением агроэкономически эффективно при высокой обеспеченности растений риса азотным питанием, что достигается при внесении 120 и 150 д.в. кг /га азотного удобрения.

Список литературы:

1. Алёшин, Е.П. Рис / Е.П. Алёшин, Н.Е. Алёшин. – М.: Изд-во Редакция газеты «Заводская правда», 1993. – 505 с.
2. Авакян, Э.Р. Роль кремния в растениях риса / Э.Р. Авакян // Рисоводство. – 2004. № 4 – С. 59-64.
3. Алёшин, Н.Е. Кремниевое питание риса / Н.Е. Алёшин // Сельское хозяйство за рубежом. – М.: Колос, 1982. – № 6. – 65 с.
4. Алёшин, Е.П. Роль кремния в устойчивости риса к пирикулярриозу / Е.П. Алёшин, Э.Р. Авакян, С.А. Дякунчак, В.П. Барышок, М.Г. Воронков // ДАН СССР. – 1986. – Т. 291. – № 2 – С. 499-502.
5. Воронков, М.Г. Кремний и жизнь / М.Г. Воронков, Г.И. Зелчан, Э.Я. Лукевиц. – Рига: Зинайте, 1978. – 578 с.
6. Голованов, Д.Л. Кремний – незаменимый макроэлемент питания природных и культурных злаков / Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах / Д. Л. Голованов. – М.: МГУ, 1998. – С. 247-250.
7. Потатуева, Ю.А. О биологической роли кремния (обзор)/ Ю.А. Потатуева// Агрохимия. – 2007. – № 7. – С. 22-27.
8. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса/ А.Х. Шеуджен // Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
9. Парашенко, В.Н. Келик Калий-кремний – эффективное удобрение для некорневой подкормки риса / В.Н. Парашенко, Н.М. Кремзин, В.Н. Чижиков, Н.Г. Туманьян, О.И. Слепцова // Спец. Прилож. Журнала «Рисоводство». –2013. – № 1. – С. 12-19.
10. Ермолаев, А.А. Кремний в сельском хозяйстве / А.А. Ермолаев. – М.: Линф. – 1992. – 256 с.
11. Алёшин, Е.П., Щукин М.М., Шеуджен А.Х. Содержание и баланс элементов минерального питания в почвах рисовых полей Кубани / Е.П. Алёшин, М.М. Щукин, А.Х. Шеуджен. // Вестн. с.-х. науки. – 1987. – №1 – С. 30-34.
12. Блажний, Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств / Е.С. Блажний. – Краснодар: Краснодарское Изд-во, 1971. – 276 с.
13. Ерыгин, П.С. Физиология сельскохозяйственных растений / П.С. Ерыгин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 335 с.

УДК 634. 723:631.527

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ И СТЕПЕНИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ*

**Шавыркина М.А., Князев С.Д., доктор сельскохозяйственных наук,
Товарницкая М.В., аспирант**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский НИИ селекции плодовых культур»,
302530, Орловская область, Россия*

С целью выделения наиболее эффективных доноров устойчивости к мучнистой росе было проведено изучение их по основным морфоструктурным компонентам продуктивности. Выделены формы как с максимальным проявлением компонентов продуктивности, так и с оптимальным. Фактическая реализации потенциальной продуктивности у лучших образцов – более 80%.

Ключевые слова: смородина черная, продуктивность, перспективные формы для селекции.

For the purpose of allocation for breeding research of the most effective donors of resistance to powdery mildew, we carried out their study on the basic morphostructural components of productivity. We have singled out selections with maximum display of the components as well as with their combination on an optimal level. The actual level of realization of the potential productivity of the best forms of more than 80%.

Key words: Black currants, productivity, promising forms for breeding.

Введение

Несмотря на то, что селекционные исследования по смородине черной ведутся много лет, актуальными остаются задачи создания высокоурожайных, стабильно плодоносящих сортов, обладающих высокой устойчивостью (иммунитетом) к болезням и вредителям.

Одним из важных направлений в достижении поставленной цели, позволяющим существенно повысить эффективность селекционных исследований, является постоянный мониторинг в оценке, подборе и систематизации исходного материала, изучение его донорских особенностей, целесообразности использования для решения тех или иных селекционных задач.

Эффективность создания высокоурожайных сортов во многом определяется использованием в селекции доноров, как с максимальным проявлением, так и с оптимальным сочетанием компонентов продуктивности [1].

В связи с этим, целью проводимых нами исследований являлось: на основании изучения морфоструктурных компонентов провести оценку потенциальной продуктивности исследуемых форм и степени ее реализации.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2013-2015 годах на участках первичного сортоизучения смородины черной ВНИИСПК. Объектами изучения стали 22 формы смородины черной собственной селекции, отличающиеся устойчивостью к мучнистой росе и являющиеся потенциальными донорами устойчивости к данной болезни.

Оценка сортообразцов по основным хозяйственно-ценным признакам выполнялась в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [2]. Учет компонентов продуктивности проводили перед созреванием ягод, по одному модельному кусту в каждой повторности.

Потенциальный урожай с куста вычисляли путем умножения числа плодоносящих побегов на число узлов с плодоношением, затем на число кистей на узле, на число ягод в кисти, на массу ягоды.

Результаты

Продуктивность любой культуры – показатель интегральный, отражающий суммарное

значение его составляющих, которые прямо или косвенно влияют на величину и качество урожая [3].

В 2013-2015 гг. проанализированы образцы по морфоструктурным компонентам: число плодоносящих побегов, длина междоузлий, число плодоносящих узлов на побеге, многокистность узлов, число ягод в кисти, масса ягоды (табл.1).

Длина междоузлий. Этот признак очень важен при создании сортов интенсивного типа с компактным габитусом куста и плотным размещением урожая. У изученных сортообразцов длина междоузлий варьировала в пределах от 3,6 см (3589-16-8) до 5,5 см (3349-48-27, Гамма), и в среднем этот показатель составил 4,5 см. Проявление этого признака в сильной степени зависит от возраста растений (у молодых растений междоузлия короче) и условий среды.

Многокистность узлов. Данный признак связан со способностью закладывать смешанные почки по всей длине побега. Его проявление в большей степени обусловлено сочетанием полигенов в конкретном генотипе и в меньшей - зависит от агроклиматических условий выращивания [4]. Проведенная оценка сортообразцов по данному признаку показала, что у большинства их формировалось 1-2 кисти на узел. Наиболее высокий процент многокистных узлов выявлен у формы 3007-3-226 (51,1%). В то же время отмечен ряд форм, таких, как 3209-41-43, 2061-37-111 и другие, которые не закладывали многокистные узлы.

Таблица 1. Оценка отборных форм и сортов смородины черной по компонентам продуктивности (средние показатели за 2013-2015г).

Сортообразец	Число плодоносящих побегов	Число узлов с плодоношением, %	Длина междо-узлий, см	Число многокистных узлов, %	Самоплодность, %	Число ягод в кисти	Масса ягоды
3183-49-163	26	75,00	4,50	46,80	62,50	4	1,30
3007-3-226	12	67,80	4,70	51,10	49,75	4	1,00
Гамма	21	86,30	5,50	0,00	25,00	6	0,80
2083-32-158	19	65,50	4,00	21,30	43,15	4	1,80
3058-9-209	24	81,50	4,20	46,00	43,15	4	1,80
3029-51-92	13	87,00	4,50	13,00	82,00	3	0,90
3007-3-107	13	82,60	4,40	40,80	72,80	5	0,80
Арапка	21	74,70	4,70	30,90	76,00	4	1,10
3802-47-180	18	88,50	5,00	20,50	60,40	5	0,85
3808-42-135	11	69,60	4,60	21,40	56,50	4	1,30
3589-16-8	10	73,90	3,60	41,20	71,00	5	1,00
3330-49-131	15	70,00	4,00	0,00	53,65	5	0,80
3190-44-64	15	67,30	5,40	28,40	42,00	4	0,75
3209-41-43	19	87,10	4,60	0,00	30,15	5	1,00
2061-37-111	16	79,60	4,50	0,00	26,35	4	0,75
3349-48-27	21	78,50	5,50	8,90	49,75	5	0,85
Кипиана	20	83,10	4,50	0,00	23,50	4	0,75
3793-44-107	15	68,00	4,00	39,70	16,25	5	1,00
3814-47-70	17	72,30	5,00	22,70	37,15	4	0,85
3814-47-106	16	83,80	4,30	11,65	36,60	5	0,80
3038-5-65	17	72,20	4,80	22,14	16,50	4	0,95

Число ягод в кисти. У основной части изученных нами сортообразцов было 4-5 ягод в кисти. Как и многие современные сорта, изученные нами генотипы получены от европейского и сибирского подвидов смородины черной и смородины дикуши, не отличающихся длиннокистностью. В кистях этих видов в среднем - 15-20 цветков и 6-12 ягод, и гибридное потомство не выходит за эти пределы, как и в наших исследованиях.

Масса ягоды. Несмотря на то, что крупноплодность – генетически зависимый признак, его проявление в сильной степени связано с агротехническими условиями выращивания, особенно в период роста и налива ягод, когда умеренно влажная погода способствует максимальному проявлению данного признака, и возраста куста, когда по мере старения ветви ягоды мельчают.

У изученных отборных форм масса ягоды варьировала от 0,8 до 1,8 г. Наиболее крупные ягоды отмечены у образца 2083-32-158 (1,8 г). Очень мелкие ягоды массой 0,8 г. отмечены у форм 3802-47-180, 3330-49-131, 3007-3-107, Кипиана, Гамма. Остальные исследуемые сортообразцы имели массу ягоды в пределах 1,0-1,2 г.

Проведенная нами оценка *самоплодности* сортообразцов показала, что большинство их относится к группам с хорошей и высокой самоплодностью, завязывающих от 31 до 50% и более ягод. В тоже время формы 3793-44-107 и 3038-5-65 имели низкую (менее 20%) самоплодность, у формы 2061-37-111 и сортов Гамма, Кипиана отмечена средняя, а самая высокая наблюдалась у форм 3029-51-92(82,0 %), 3007-3-107(72,8 %), 3589-16-8 (71%) и сорта Арапка (76%).

В среднем за годы исследований наиболее высокой урожайностью отличались перспективный сорт Арапка, а также формы 2083-32-158 и 3183-49-163. Они превосходили контроль сорт Ажурная соответственно на 39,75, 11,75 и 11,18 ц/га – данная разница подтверждается статистически. Урожайность на уровне контроля и немного ниже наблюдалась у 17 отборных форм.

Все выделенные формы также имеют высокую устойчивость к мучнистой росе, что позволяет их использовать в целенаправленных скрещиваниях при создании сортов, отвечающих современным требованиям.

Также было проанализировано соотношение между урожайностью и потенциальной продуктивностью исследуемых образцов (табл. 2).

Наибольший процент реализации биологического потенциала был отмечен у форм 2061-37-111 (92,04%), 3029-51-92(85,70%), 3330-49-131 (84,56%), но при этом их урожайность была на уровне 0,6-0,7 кг/куст. В тоже время процент реализации биологического потенциала у образцов 2083-32-158, Арапка составил 42,48% и 55,92% соответственно (очень высокая потенциальная продуктивность), что ниже, чем у предыдущих форм, но их фактическая урожайность достаточно высокая в пересчете с кг/куст (0,9-1,3). Довольно низкий процент реализации биологического потенциала был отмечен у форм 3349-48-27 (25,19%), 3038-5-65 (19,23%), 3802-47-180 (12,5%). Несмотря на то, что фактическая урожайность большей части исследуемых образцов выше или на уровне контроля (сорт Ажурная), она ниже рассчитанной нами потенциальной. Это, видимо, связано с тем, что уровень урожайности и стабильность плодоношения в нашей зоне определяются не только потенциалом сорта по этим признакам, но и условиями выращивания в критические периоды, биологическими особенностями культуры и устойчивостью не только к мучнистой росе, но и к другим патогенам. Более полному проявлению потенциала продуктивности исследуемых сортообразцов также будут способствовать агротехнические мероприятия, и прежде всего, внесение правильно сбалансированного минерального питания.

Таблица 2. Процент реализации биологического потенциала исследуемых образцов (средние данные за 2013-2015 гг.)

Форма	Потенциальная продуктивность,		Фактическая урожайность, ц/га	% реализации биологического потенциала
	кг/куст	ц/га		
2061-37-111	0,67	46,59	42,88	92,04
3029-51-92	0,7	49,00	42,00	85,70
3330-49-131	0,68	47,6	40,25	84,56
3190-44-64	0,92	64,68	37,38	57,79
Арапка	2,28	159,6	89,25	55,92
Гамма	1,12	78,4	42,88	54,69
3793-44-107	1,23	86,1	42,00	48,78
Кипиана	0,95	66,5	31,50	47,37
3814-47-70	1,23	86,1	39,38	45,74
3808-42-135	1,15	80,5	35,88	44,57
2083-32-158	2,06	144,2	61,25	42,48
3007-3-226	1,54	107,8	41,00	38,03
3007-3-107	1,44	100,8	37,50	37,20
3058-9-209	2,16	151,2	53,68	35,50
3209-41-43	1,67	117,04	40,75	34,82
3183-49-163	2,52	176,4	60,68	34,40
3814-47-106	1,66	116,2	36,75	31,63
3589-16-8	1,54	107,8	33,00	30,61
3767-45-70	1,40	98,00	29,80	30,41
3349-48-27	2,58	180,6	45,50	25,19
3038-5-65	2,99	209,3	40,25	19,23
3802-47-180	4,08	285,6	35,00	12,25
Ажурная (к.)	-	-	49,50	-
НСР _{0,5}	-	-	10,57	-

Выводы

В результате оценки перспективных форм смородины черной селекции ВНИИСПК, устойчивых к мучнистой росе, по компонентам продуктивности выделены образцы с максимальным проявлением этих компонентов:

- по числу плодоносящих побегов (26 шт.) - 3183-49-163;
- по длине междоузлий (3,6 см) - 3589-16-8.
- по числу многокистных узлов (51,1) - 3007-3-226
- по числу ягод в кисти (6) - Гамма;
- по массе ягоды (наиболее крупные) - 2083-32-158 (1,8 г.), 3058-9-209 (1,6 г.);
- по степени самоплодности (более 50 %) - 3029-51-92, 3007-3-107, 3183-49-163, Арапка, 3802-47-180, 3589-16-8, 3808-42-135, 3330-49-131;
- по урожайности (ц/га) - Арапка (89,25), 2083-32-158(61,25), 3183-49-163(60,68).

Данные формы можно включать в целенаправленные скрещивания при создании высокопродуктивных сортов.

Наибольшую ценность для селекции представляют сортообразцы, совмещающие несколько компонентов продуктивности. Форма 3183-49-163 совмещает максимальное среди исследуемых образцов проявление трех компонентов: число плодоносящих побегов, самоплодность, и урожайность, а сорт Арапка - двух: самоплодность и урожайность.

В результате анализа биологического потенциала образцов выявлено, что фактический уровень реализации потенциальной продуктивности лучших образцов составил более 80%. Однако часть форм имеет нереализованный резерв продуктивности,

что может быть обусловлено почвенно-климатическими и агротехническими условиями выращивания.

****Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №14-16-00127)***

Список литературы:

1. Николаев, А.В. Оценка и отбор комплексных доноров при создании сортов смородины черной интенсивного типа: дис. канд. с-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство/ А.В. Николаев. – Орел, 2007. – 219 с.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под редакцией Е.Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
3. Князев, С.Д. Селекция черной смородины на современном этапе / С.Д. Князев, Т.П. Огольцова. – Орел: изд-во Орел ГАУ, 2004. – 238 с.
4. Князев, С.Д. Эффективность селекции черной смородины на создание сортов с высоким уровнем адаптации для Центральные регионов России: автореф. дис.на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук, специальность 06.01.05. «Селекция и семеноводство»: / С. Д. Князев. – Орел, 2002. – 55 с.

УДК 631.8:633.18

ВЫДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ КОНТУРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПРИ АГРОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

**Шарифуллин Р.С., кандидат сельскохозяйственных наук,
Швыдкая Л.А., Слепцова О.И.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
350921, г. Краснодар, Россия
E-mail: arrri_kub@mail.ru*

Важнейшие показатели плодородия почвы (гумус, подвижные фосфор и калий) рисовой оросительной системы (РОС) различаются даже в пределах чека. В этой связи выделение контуров для внесения удобрений целесообразно проводить отдельно для каждого элементарного участка (чек, карта-чек).

Ключевые слова: почва, плодородие, рис, урожайность, рисовая оросительная система.

The most important indicators of soil fertility (humus, mobile phosphorus and potassium) of rice irrigation system (RIS) are distinguished by drastic changes even within the check plot. In this regard the contour detection for applying fertilizers is reasonable to be performed separately for each elementary plot (check plot, large check).

Key words: soil, fertility, rice, yield, rice irrigation system.

Введение

Учет внутрипольной вариабельности почвенного плодородия при выделении контуров плодородия – отличительная черта точного земледелия [1]. Внутрипольная вариабельность (пестрота) в наибольшей степени характерна для рисовой оросительной системы (РОС), что связано со строительными работами (срезки, насыпки) и обработками почвы. В соответствии с традиционными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур удобрения вносят или без учета уровней агрохимических показателей почвы, или принимают во внимание усредненные данные агрохимического обследования согласно агрохимическим паспортам полей. [2, 3] При этом все агротехнологические операции выполняются однотипно в визуально определяемых границах полей, хотя, как показали исследования, почвы практически всех типов характеризуются значительной вариабельностью основных агрохимических показателей. При применении удобрений принимать во внимание внутрипольную пестроту плодородия почвы не менее важно, чем различия в плодородии отдельных полей, которые учитываются в традиционных технологиях земледелия. [1, 4]

Материалы и методы

Работу по выделению почвенных контуров выполняли в два этапа: осенью в паровых полях (карты-чеки 26, 27, 28, 29) и весной перед посевом риса (карты 19, 20, 21, 22 и 10), расположенных на РОС ВНИИ риса.

Из каждой карты-чека отбиралось по 12 почвенных проб из слоя 0-20 см с использованием механизированного пробоотборника, оснащенного борт-компьютером и GPS-терминалом. Отобранные пробы анализировали на содержание гумуса, подвижных фосфора и калия.

Агротехника на участке – общепринятая и соответствует рекомендациям ВНИИ риса: зяблевая вспашка на глубину 18-20 см, чизелевание, дискование в два следа. Внесение основного минерального удобрения проводили перед посевом разбрасывателем «Аккорд». Вносили аммофос по 1 ц/га ($N_{12}P_{52}$) и карбамид по 1 ц/га (N_{46}). Удобрения заделывали дискованием с последующим движкованием (выравнивание микронеровностей)

поверхности чека с одновременным прикатыванием фигурными катками в два следа.

Высевали сорта риса: Виктория (карта-чек 19); Привольный (карта-чек 20); Соната (карта-чек 21); Титан (карта-чек 22); Визит (карта-чек 26); Диамант (карта-чек 27); Атлант (карта-чек 28); Сонет (карта-чек 29) и Диамант (карта-чек 10). Посев риса на картах-чеках 19-22 и 10 нормой 8 млн шт./га всхожих семян сеялкой СЗ-3,6 проводили в период с 29 по 30 апреля, а на картах-чеках 26-29 – в период со 2 по 4 мая. Первоначальный залив проведен в период 2-3 мая и 5-6 мая соответственно. Первая и вторая подкормки карбамидом 1 ц/га (N_{46}) проведены самолетом соответственно 5 и 18 июня. Обработка посева риса гербицидом «Цитадель» дозой 1,4 л/га проведена вертолетом 6 июня. Учет урожая метровками по фиксированным точкам проводили 23-25 сентября в 60 точках карт 26-29 и 10.

На основании результатов проведенных анализов почвы и учета урожайности риса определена связь выделенных почвенных контуров плодородия почвы с урожайностью выращенного риса.

В отобранных пробах почвы определяли: гумус общий по Тюрину, фосфор и калий подвижные по Чирикову. [5]

Результаты

Анализ экспериментальных данных по показателям гумуса, приведенных в таблице 1, показал, что его величина колеблется в узком диапазоне в пределах изучаемых карт РОС от 3,91% (карта 10) до 5,38% (карта 22). На картах 26-27 содержание гумуса стабильно в пределах 4,47-4,55%. На картах 19-22 содержание гумуса выше и составляет 4,76-5,38%. Как стандартное отклонение S (0,085-0,517), так и относительная ошибка S_x , % (0,01-5,43) в показателях содержания гумуса довольно контрастны.

Таблица 1. Показатели содержания гумуса в почве опытных карт-чеков (%)

Карта-чек	Среднее и ошибка средней ($\bar{x} \pm S_x$)	Содержание в центральной части карты-чека	Кoeff. вариации (V , %)	Стандартное отклонение(S)	Ошибка (точность) (S_x , %)
10	3,91 $\pm$ 0,025	3,83	3,74	0,085	1,10
19	4,76 $\pm$ 0,150	4,02	18,73	0,517	5,43
21	4,86 $\pm$ 0,066	5,10	8,16	0,230	2,34
22	5,38 $\pm$ 0,079	5,96	8,75	0,273	2,53
26	4,47 $\pm$ 0,001	4,36	5,06	0,131	0,01
27	4,55 $\pm$ 0,040	4,50	5,23	0,138	1,52
28	4,52 $\pm$ 0,048	4,48	6,30	0,165	1,83
29	4,52 $\pm$ 0,092	4,67	12,14	0,318	3,51
Среднее	4,62 $\pm$ 0,063	4,40	8,51	0,232	1,97

Содержание подвижного фосфора (табл. 2) варьируется в наибольшей степени по сравнению со всеми учитываемыми показателями плодородия почвы. Коэффициент вариации (V , %) колебался в пределах от 15,07 до 52,15%.

Стандартное отклонение (S) и относительная ошибка (S_x , %) в среднем составили для этого показателя соответственно 2,282 и 8,08%, что гораздо выше, чем для гумуса.

Таблица 2. Показатели содержания подвижного фосфора в почве опытных карт-чеков (мг/100 г)

Карт-чек	Среднее и ошибка средней ($\bar{x} \pm S_x$)	Содержание в центральной части карты-чека	Коефф. вариации (V, %)	Стандартное отклонение(S)	Ошибка (точность) (S_x , %)
10	5,47±0,44	5,66	27,57	1,508	8,04
19	8,12±0,74	12,08	31,50	2,558	9,11
21	11,34±1,08	14,50	32,88	3,729	9,52
22	10,48±0,73	12,75	24,07	2,523	6,97
26	7,80±1,17	7,40	52,15	4,068	15,00
27	6,64±0,36	8,50	18,72	1,243	5,42
28	8,25±0,36	7,75	15,07	1,243	4,36
29	6,43±0,40	6,50	21,49	1,382	6,22
Среднее	8,07±0,66	9,39	27,53	2,282	8,08

Содержание подвижного калия в почве (табл. 3) в среднем между картами отличается незначительно: от 19,64 до 25,40 мг/100 г. Однако коэффициент варьирования внутри карты достигает в среднем 12,34% (от 5,11 до 23,44%), что меньше, чем варьирование подвижного фосфора, но больше, чем гумуса.

Таблица 3. Показатели содержания подвижного калия в почве опытных карт-чеков (мг/100 г)

Карт-чек	Среднее и ошибка средней ($\bar{x} \pm S_x$)	Содержание в центральной части карты-чека	Коефф. вариации (V, %)	Стандартное отклонение(S)	Ошибка (точность) (S_x , %)
10	20,30±0,30	19,70	5,11	1,044	1,48
19	25,40±1,72	27,70	23,44	5,954	6,77
21	23,60±0,75	23,44	11,06	2,611	3,18
22	19,64±0,83	20,00	14,56	2,860	4,23
26	24,40±0,70	25,60	9,96	2,431	2,87
27	24,69±0,64	24,40	8,98	2,216	2,59
28	21,60±0,54	23,10	8,61	1,859	2,50
29	21,01±1,03	21,12	17,04	3,580	4,90
Среднее	22,58±0,81	23,13	12,34	2,820	3,56

Учет урожайности (табл. 4) в пределах точек отбора проб почвы позволил определить степень варьирования этого показателя (V, %), значения которого колеблются в пределах от 19,57 до 23,70%, ошибка учета составила от 5,64 до 6,84%.

Таблица 4. Показатели урожайности риса опытных карт-чеков (ц/га)

Карт-чек	Сорт	Среднее и ошибка средней ($\bar{x} \pm S_x$)	Для централь- ной части	Коефф. вариации (V, %)	Стандартн. отклонение (S)	Ошибка (точность) (S_x , %)
10	Диамант	55,7±3,81	44,8	23,70	23,70	6,84
26	Визит	76,4±4,86	75,1	22,04	16,84	6,36
27	Диамант	65,0±3,80	64,9	20,23	13,15	5,85
28	Атлант	72,1±4,07	70,2	19,57	14,11	5,64
29	Сонет	55,3±3,24	56,5	20,27	11,21	5,86
Среднее		64,9±3,96	62,3	21,16	15,80	6,11

На основании проведенных исследований установлено, что пространственное варьирование показателей плодородия почвы на рисовой оросительной системе отличается резкими изменениями даже в пределах чека, так как строительные и планировочные работы вносят существенные смещения в регулярность изменения показателей плодородия, что подтверждается результатами проведенных исследований.

В этой связи выделение контуров изменения плодородия почвы целесообразно

проводить для каждой отдельной единицы рисовой оросительной системы (чек, карта-чек, карта) отдельно, а не по всему массиву РОС.

Выводы

1. На основании агрохимического анализа единичных проб почвы, отобранной по точкам, фиксированным с помощью системы GPS позиционирования, установлено, что по средней величине варьирования (V, %) показатели плодородия расположились в следующем порядке: гумус (8,51%), подвижный калий (12,34%), подвижный фосфор (27,53%).

2. Содержание гумуса в пробах почвы существенно отличалось для сценок карт 19-22 (4,76-4,55%) и 26-29 (4,47-4,55%), а для подвижных фосфора и калия таких зависимостей для отдельных массивов не отмечено.

3. Выделение контуров изменения плодородия почвы на РОС целесообразно для каждого элементарного участка (чека, карты-чека) проводить отдельно.

Список литературы:

1. Афанасьев, Р.А. Методика полевых опытов по дифференцированному применению удобрений в условиях точного земледелия / Р.А. Афанасьев // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 1. – С. 38-44.
2. Минеев, В.Г. История и состояние агрохимии на рубеже ХХ1 века / В.Г. Минеев // Книга вторая: Развитие агрохимии в ХХ столетии. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – 795 с.
3. Якушев, В.П. На пути к точному земледелию / В.П. Якушев. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002. – 458 с.
4. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. – М.: Колос. – Т. 1. – 1965. – 721 с.
5. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В Кидин., И.П. Дерюгин, В.И Кобзаренко и др. – М.: Колос, 2008. – 599 с.

УДК: 582.951.4:632.3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕМЕНОВОДСТВА ГИБРИДОВ F₁ СЛАДКОГО ПЕРЦА, СОЗДАНЫХ НА ОСНОВЕ ЯДЕРНО-ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ

Юрченко С.А., Королева С.В., кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,

350921, г. Краснодар, Россия

E-mail: Mr.senya.yurchenko@mail.ru

Созданы гибриды перца сладкого на базе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности: Фишт F₁, Памир F₁, Селигер F₁. Проведена экономическая оценка производства семян гибрида Фишт F₁ на основе данных, полученных в опытах по оптимизации технологии семеноводства в весенней пленочной теплице и в открытом грунте.

Ключевые слова: *перец сладкий, гибрид, ЦМС, семеноводство, экономические показатели.*

Hybrids of sweet pepper Fisht F₁, Pamir F₁, Seliger F₁ were developed on the base of nuclear-cytoplasmic male sterility. Economic estimation of producing hybrid seeds of sweet peper on base of data obtained from experiments on optimization of seed prodaction technology in spring greenhouse and open ground was performed.

Key words: *sweet pepper, hybrid, CMS, seed production, economic indicators.*

Введение

Семеноводство гибридов перца сладкого на основе линий с ядерно-цитоплазматической мужской стерильностью исключает такие трудоемкие операции, как кастрация, маркировка опыленных цветков, необходимых при получении гибридных семян на основе фертильных линий, а также проведение сортопрочинок материнской линии при семеноводстве на основе ядерной стерильности. Это позволяет внедрить данную технологию в хозяйствах Краснодарского края без привлечения квалифицированных трудовых ресурсов.

Цель исследований

На основе проведенных ранее исследований по разработке технологии семеноводства гибридов перца сладкого на базе ЦМС дать оценку экономической эффективности выращивания его в открытом и защищенном грунте.

Материалы и методы

Материал исследований: гибриды перца сладкого Фишт F_1 и Селигер F_1 , ЦМС-линия S_6 , линии-опылители: Креп 312, Zg1; семена.

Разработку технологии семеноводства 2-х гибридов проводили в неотапливаемой пленочной теплице с применением нетканого укрывного материала в качестве укрытия теплицы и мульчирующего нетканого материала, затеняющей сетки и капельного орошения, которые позволяют вести гетерозисную селекцию перца сладкого с минимальными физическими и материальными затратами в течение ряда лет.

При разработке системы семеноводства были проведены исследования в весенних теплицах с различным типом укрытия, в открытом грунте с ручным опылением [1] и с естественным опылением (насекомые). Изучено влияние различных факторов (t, время, укрывной материал) на завязываемость семян, их посевные качества [1]. Разработаны основные агротехнические параметры: площади питания, дозы удобрений, соотношение стерильной линии к опылителю при выращивании родительских линий гибридов в открытом и защищенном грунте.

Результаты

Ранее проведенные исследования показали, что использование для семеноводства гибридов сладкого перца пленочных теплиц старого образца с ежегодно обновляемой пленкой или теплиц, укрытых нетканым укрывным материалом типа агрила, повышает выход семян более, чем в 4 раза, по сравнению с открытым грунтом при ручном скрещивании (рис. 1).

С другой стороны, семеноводство в открытом грунте при естественном опылении насекомыми без применения скрещивания и с дополнительным ручным опылением позволяет получить определенный урожай семян, хотя в открытом грунте есть риск резкого снижения урожайности семян и их качества из-за распространения вирусных и микоплазменных заболеваний. Поэтому семеноводство в открытом грунте рассчитано на те хозяйства, где не проявляются или слабо проявляются указанные заболевания, и где грамотно выстроена система защиты от вредителей и болезней.

При расчете экономических показателей урожайность семян гибрида Фишт F_1 соответствовала показателям, полученным в лучших вариантах при разработке основных элементов технологии в малогабаритной теплице и в открытом грунте, а именно – 27,5 кг с 0,1 га при густоте стояния 5500 растений стерильной линии и 5,6 кг с 0,1 га при густоте стояния 3800 растений стерильной линии.

Для получения планируемой урожайности семян необходимо убрать 6-7 плодов с каждого растения. При средней завязываемости плодов 60% надо опылить 10-12 цветков на каждом растении за сезон. В перерасчете на все растения это составляет 55-66 тыс. цветков. За рабочий день один работник может в среднем опылить 1250 цветков [2]. Следовательно, на весь объем работ по гибридизации потребуется 48,4 чел.-день. При оплате 800 рублей в день затраты на опыление составят 38,72 тыс. руб., с учетом начислений – 53,43 тыс. руб. В общем объеме прямых затрат эта статья расхода составляет

25,9%. Ведущее место в калькуляции затрат занимают ручные уходные работы, включающие сбор семенных плодов (4,5 т), выделение и доработку семян – 32,6%. Стоимость пленки для укрытия теплицы составляет 41,5 тыс. руб. или 20,2 % в доле затрат. При расчете затрат на рассаду исходили из того, что кассетная рассада будет выращена в специализированном хозяйстве. В итоге сумма прямых затрат на выращивание семян гибридного перца составила 205,93 тыс. руб., а с учетом 15% накладных расходов – 236,82 тыс. руб. (табл. 1).



**Рисунок 1. Семеноводство гибрида Фишт F₁ в теплице ФГБНУ «ВНИИ риса»
площадью 0,12 га**

При семеноводстве в открытом грунте без использования ручного опыления основные затраты идут на выращивание рассады – 30% от прямых затрат; на организацию капельного полива – 18,3%; зарплата – 30,9% от прямых затрат. Около 10% – расходы на удобрения. В итоге общие затраты– 62, 41 тыс. руб. на 0,1 га

Себестоимость 1 кг семян гибрида Фишт, выращенных в теплице, составила 8611 руб., в открытом грунте – 11144 руб. Более высокая себестоимость в открытом грунте обусловлена довольно низкой урожайностью семян при естественном опылении насекомыми.

Таблица 1. Расчет затрат на выращивание семян перца сладкого при семеноводстве в пленочных теплицах и в поле

Виды затрат	Семеноводство перца в теплице с опылением вручную		Семеноводство перца в поле	
Затраты на выращивание рассады	21250	10,3%	14400	30,0%
Капельный полив	8790	4,3%	8790	18,3%
Вода (350 м3)	308	0,1%	308	0,6%
Затраты на дополнительное опыление	53430	25,9%		
Зарплата с начислениями по уходу	67151	32,6%	13752	28,6%
Затраты на механизированные работы			1120	2,3%
Удобрения: (нитроаммофоска)	693	0,3%	970	2,0%
Удобрения для подкормок	1453	0,7%	3700	7,7%
Инсектициды	1204	0,6%	2320	4,8%
Фунгициды	341	0,2%	360	0,7%
Пленка	41500	20,2%	-	-
Прочие расходы	9806	4,8%	2286	4,8%
Всего прямых затрат:	205926	100%	48006	100%
Накладные расходы	30889		14402	
Итого:	236815		62408	

Закупочная цена семян при выращивании в хозяйствах по договору с оригинатором составила 15 тыс. руб. за кг. Прибыль при семеноводстве в теплице площадью 0,1 га составила 175,685 тыс. руб., в открытом грунте – 21,592 тыс. руб., соответственно, уровень рентабельности – 74,2% и 34,6% (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность выращивания семян перца сладкого в пленочных теплицах и в открытом грунте Краснодарского края

Экономические показатели	Площадь - 0,1 га	
	Семеноводство перца в теплице с опылением вручную	Семеноводство перца в открытом грунте на естественном опылении
Урожай семян, кг	27,5	5,6
Материально-денежные затраты, руб.	236815	62408
Закупочная стоимость семян, руб./кг	15000	15000
Себестоимость семян, руб./кг	8611	11144
Доход от реализации семян, руб.	412500	84000
Прибыль от выращивания семян, в расчете на 0,1 га, руб.	175685	21592
Уровень рентабельности, %	74,2%	34,6%

Надо отметить, что в расчете затрат не были предусмотрены амортизационные отчисления, которые в каждом хозяйстве различны и зависят от срока эксплуатации теплиц, их первоначальной цены.

Выводы

Использование в семеноводстве гибридов F_1 перца сладкого (Фишт F_1 , Памир F_1 , Селигер F_1), полученных на основе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности, материнской линии (S6), с высокой потенциальной продуктивностью, при разработанных оптимальных условиях позволяет эффективно вести семеноводство, как в защищенном (при уровне рентабельности 74,2%) (рис. 1), так и в открытом грунте (при уровне рентабельности 34,6%).

Список литературы:

1. Монцева, Т.А. Разработка технологии получения семян гибридов перца сладкого, созданных на основе мужской стерильности / Т.А. Монцева / Государственный контракт № 8961p/14046 от 19 апреля 2011 года.
2. Тимин, О.Ю. Создание гибридов F₁ перца сладкого с улучшенным биохимическим составом на стерильной основе: автореф. дис.... канд. с.-х. наук /. О.Ю. Тимин. – М.:ВНИИО, 2005. – 23 с.

УДК: 634.723:581.19

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ НА ПОВЫШЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ*

Янчук Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,

302530, г. Орел, Россия

E-mail: yantattat@yandex.ru

Смородина черная значительно превосходит большинство плодовых и ягодных культур по содержанию аскорбиновой кислоты в ягодах. В результате проведенных исследований выделены лучшие комбинации скрещиваний, дающие наибольшее количество гибридных сеянцев-источников аскорбиновой кислоты, а также гибридные сеянцы с оптимальным содержанием аскорбиновой кислоты и сеянцы, сочетающие комплекс биохимических признаков.

Ключевые слова: смородина черная, биохимический состав ягод, аскорбиновая кислота (витамин С).

Black currant significantly exceeds many fruit and berry crops in ascorbic acid content in berries. As a result of studies the best crossing combinations that give the greatest number of hybrid seedlings sources of ascorbic acid as well as hybrid seedlings with the optimal content of ascorbic acid and seedlings combining a complex of biochemical traits have been released.

Key words: black currant, biochemical composition of berries, ascorbic acid (vitamin C).

Введение

Российская селекция смородины черной в настоящее время, бесспорно, занимает ведущее место в мире. Каждый год появляются новые сорта, отвечающие самым жестким требованиям, среди которых – высокая урожайность, повышенная зимостойкость и комплексная устойчивость к заболеваниям и вредителям.

Начиная с 1930-х годов в России ведется активная селекционная работа по созданию сортов смородины черной с высоким уровнем содержания в плодах биологически активных веществ (БАВ) и, в первую очередь, – аскорбиновой кислоты (АК, витамин С). Во ВНИИСПК аналогичная работа начата в 70-е годы прошлого столетия под руководством докторов с.-х. наук Т. П. Огольцовой и З. А. Седовой и продолжены докторами с.-х. наук С. Д. Князевым и М. А. Макаркиной [1, 2].

Возможности селекции на повышенное содержание АК в плодах обусловлены тем, что в каждой плодовой культуре имеется большое разнообразие форм, сортов по данному признаку. Так, по смородине черной варьирование составило от 70 до 400 мг/100 г [3, 4, 5].

При отборе сортов необходимо знать желаемое содержание АК в плодах и ягодах. Многие авторы отмечают, что для смородины черной этот уровень находится в пределах 150-200 мг/100 г [1, 3, 6]. В современных селекционных программах перед селекционерами стоит задача создания сортов смородины черной, ягоды которых при массе 1,5 г должны содержать витамина С выше 200 мг/100 г, а при массе более 2 г – 150-200 мг/100 г [5].

В большинстве случаев выход высоковитаминных сеянцев в пределах каждой

гибридной семьи в значительной степени определяется исходными формами и их конкретным сочетанием при гибридизации [1, 7].

Материалы и методы

В изучение было включено 645 гибридных семян от 14 целенаправленных комбинаций скрещиваний. Определяли степень накопления АК йодометрическим методом, массу ягоды, а также растворимых сухих веществ (РСВ) – рефрактометрическим методом [8, 9, 10].

Результаты

В зависимости от исходных форм среднее содержание АК по семьям в ягодах гибридных семян смородины черной находилось в пределах от 125,6 (Гамма х 3038-5-21) до 224,2 мг/100 г (1448-14-11 х 2083-32-126) (табл. 1). Наиболее высоким содержанием витамина С характеризовались комбинации скрещивания: 1448-14-11 х 2083-32-126, Кипиана х 2083-32-158, Креолка х Искушение, Креолка х 2083-32-158. Выделены 93 семени, накапливающие в ягодах более 200,0 мг/100 г АК, из них 23 образца – более 250,0 мг/100 г и 4 семени – более 300,0 мг/100 г.

Максимальное значение содержания АК в ягодах гибридных семян отмечено в семье 1448-14-11 х 2083-32-126 – $224,2 \pm 6,2$ мг/100 г. В этой семье выделено наибольшее количество семян с содержанием витамина С более 200,0 мг/100 г – 30 генотипов (табл. 1).

Потомство с высоким (более 200 мг/100 г) содержанием АК в ягодах получено также в семьях Кипиана х 2083-32-158 (41,1%), Креолка х Искушение (32,4%), Креолка х 2083-32-158 (17,9% гибридных семян накапливали в ягодах более 200,0 мг/100 г АК) (табл. 1).

От высоковитаминных родительских сортов, как правило, получается высоковитаминное потомство [Астахов, 1978; Седов, Седова, 1982, 1985, Савельев, 1998; Макаркина, 2000, 2009, и др.]. Так, наиболее витаминное потомство в наших опытах получено в комбинациях скрещивания 1448-14-11 х 2083-32-126, Кипиана х 2083-32-158, Креолка х 2083-32-158, Креолка х Искушение, где одна или обе родительские формы обладали высоким содержанием АК (более 180,0 мг/100 г). Однако в потомстве, полученном от самоопыления формы 3325-51-89 и в комбинации скрещивания 02-7к х 2083-32-158, где родительские формы не отличались высоким содержанием АК, выявлены высоковитаминные семени – 9,3 и 3,0% соответственно. Это, видимо, связано с сочетанием полигенов.

Между родительскими сортами и гибридным потомством на примере 420 семян из 9 семей по содержанию аскорбиновой кислоты выявлена тесная корреляция ($r=+0,74^{***}$). Это свидетельствует о возможности подбора родительских пар по фенотипу при селекции на повышенное содержание витамина С. Но при скрещивании контрастных родительских форм по С-витаминности ягод установлено, что этот признак наследуется промежуточно между родителями. При этом смещение, в большинстве случаев, идет в сторону родителя с более низким содержанием АК в ягодах, в то же время отмечены случаи и положительной трансгрессии (табл. 1).

Максимальная степень трансгрессии гибридных семей варьировала от 3,0 (Гамма х Сокровище) до 146,8% (3325-51-89 – самоопыление). Кроме семьи 3325-51-89 – самоопыление высокая максимальная степень трансгрессии (более 50%) выявлена в семьях: 02-7 к х 2083-32-158 – 97,9%, Кипиана х 2083-32-158 – 71,8%, Креолка х Искушение – 68,0%.

По характеру наследования большинство комбинаций скрещивания характеризовались отрицательным доминированием ($h_p=-0,7$): 02-7к х 2083-32-158, Креолка х 2083-32-158, Кипиана х Сокровище или сверхдоминированием признака ($h_p=-1,2...-3,6$): 1448-14-11 х 2083-32-126, Гамма х Сокровище. Однако, несмотря на то, что в семье 1448-14-11 х 2083-32-126 наблюдался отрицательный гетерозис и низкая частота трансгрессии (2,3%), отмечен наибольший выход высоковитаминных семян с

содержанием АК более 200 мг/100 г – 69,8%. Кроме того, в этой семье не выявлены генотипы с содержанием витамина С менее 150,1 мг/100 г (табл. 1). Вероятно, такое несоответствие качественных и количественных показателей обусловлено высоким содержанием АК у обеих родительских форм: 1448-14-11 (♀) - 313,0 и 2083-32-126 (♂) - 231,0 мг/100 г.

Таблица 1. Характеристика гибридных семян смородины черной по содержанию АК в ягодах

Происхождение гибридной семьи	Кол-во семян, шт.	Среднее содержание АК по семье, мг/100 г	% семян с содержанием АК, мг/100 г			Коэффициент вариации, V %	Частота трансгрессии, T _ч , %	Степень трансгрессии, T _с , %	Степень доминантности, h _p
			≤ 150,0	150,1-200,0	≥ 200,1				
1448-14-11 x 2083-32-126	43	224,2 ± 6,2	0	30,2	69,8	18,0	2,3	+13,3	-1,2
Кипиана x 2083-32-158	56	187,4 ± 6,9	25,0	33,9	41,1	27,5	51,8	+71,8	+1,3
Креолка x Искушение	37	183,3 ± 7,2	13,5	54,1	32,4	23,9	40,5	+68,0	+1,1
Креолка x 2083-32-158	84	163,7 ± 3,7	38,1	44,0	17,9	20,9	26,2	+34,2	-0,7
3325-51-89 – самоопыление	43	144,3 ± 7,0	62,7	28,0	9,3	31,8	76,7	+146,8	0
2743-10-53 x 2091-36-25	55	130,7 ± 4,1	78,2	21,8	0	23,4	-	-	-
02-7 к x 2083-32-158	67	128,4 ± 4,9	86,5	10,5	3,0	31,3	9,0	+97,9	-0,7
3018-6-101 x Лентяй	37	148,7 ± 5,8	59,5	32,4	8,1	23,7	-	-	-
Кипиана x Сокровище	18	147,9 ± 6,2	55,6	44,4	0	17,9	11,1	+4,5	-0,7
2833-9-193 x Лентяй	48	140,4 ± 4,9	64,6	29,2	6,2	24,0	-	-	-
Надежа x 2092-30-146	55	139,4 ± 2,6	74,5	25,5	0	13,7	-	-	-
Кипиана x 2092-30-146	25	135,1 ± 6,2	68,0	28,0	4,0	23,0	-	-	-
Гамма x Сокровище	30	127,4 ± 3,4	86,7	13,3	0	14,6	6,7	+3,0	-3,6
Гамма x 3038-5-21	45	125,6 ± 4,1	75,6	24,4	0	21,9	20,0	+9,9	-0,3

В двух семьях: Креолка x Искушение и Кипиана x 2083-32-158, наряду с высокой изменчивостью, наблюдается положительное сверхдоминирование признака, степень доминантности +1,1 и +1,3, с коэффициентами вариации 23,9 и 27,5% соответственно. Эти комбинации скрещиваний рекомендуются для дальнейшего использования в селекции.

Относительно высокий показатель частоты трансгрессии (более 50%) отмечен в двух семьях: Кипиана x 2083-32-158 и 3325-51-89 x 3325-51-89 – 51,8 и 76,7% соответственно (табл. 1). При этом в семье Кипиана x 2083-32-158 отмечено высокое содержание АК по семье (в среднем 187,4 мг/100 г), высокий выход высоковитаминных семян (41,1%) при положительном гетерозисе признака. При самоопылении формы 3325-51-89, наоборот, у большинства гибридных семян в ягодах витамина С содержалось менее 150,0 мг/100 г, что ниже среднего значения для данной культуры. Так же в данной семье отмечен низкий выход высоковитаминных семян (9,3%). Можно предположить, что в последнем случае высокая частота трансгрессии обеспечивается лишь за счет достаточно низкого содержания АК у родительских форм.

Выше отмечалось, что 93 гибридных семени смородины черной из изученного

генофонда выделились содержанием АК в ягодах более 200,0 мг/100 г. 32,3% этих сеянцев из семьи 1448-14-11 х 2083-32-126, 24,7% сеянцев – из семьи Кипиана х 2083-32-158, 16,1% – из семьи Креолка х 2083-32-158, 12,9% – Креолка х Искушение. Остальные сеянцы принадлежат семьям 02-7к х 2083-32-158, 3325-51-89 х 3325-51-89, Кипиана х 2092-30-146, 3018-6-101 х Лентяй, 2833-9-193 х Лентяй.

Выделена группа сеянцев, сочетающих в биохимическом составе ягод высокое содержание витамина С (более 200,0 мг/100 г) и РСВ (14,0% и более) при массе ягоды 1,0 г и более (табл. 2), которые можно рекомендовать как для дальнейшего изучения в качестве кандидатов в сорта, так и для дальнейшего использования в селекции.

Таблица 2. Биохимическая характеристика ягод гибридных сеянцев смородины черной, выделившихся по комплексу признаков

Номер сеянца	Происхождение	АК, мг/100 г	РСВ, %	Масса ягоды, г
3808-42-24	Креолка х 2083-32-158	235,8	14,4	1,2
3808-43-23		230,6	14,0	1,3
3808-43-30		228,4	14,5	1,2
3808-42-7		225,3	15,2	1,2
3840-46-145	1448-14-11 х 2083-32-126	278,6	14,0	1,0
3840-46-150		206,8	16,5	1,2

В настоящее время особой привлекательностью, особенно у садоводов-любителей, пользуются сладкие сорта смородины черной с высокой массой ягоды (более 1,0 г). Отобрана группа форм, которые, обладая более низким содержанием АК (171,6-199,8 мг/100 г), характеризуются высокой массой ягоды (1,1-1,5 г) и повышенным (более 12,0%) содержанием РСВ (табл. 3).

Таблица 3. Биохимическая характеристика ягод гибридных сеянцев смородины черной, представляющих интерес для дальнейшего изучения

Номер сеянца	Происхождение	АК, мг/100 г	РСВ, %	Масса ягоды, г
3794-44-91	02-7к х 2083-32-158	194,1	12,8	1,2
3794-44-146		171,6	12,2	1,4
3803-46-58	2743-10-53 х 2091-36-25	198,0	17,2	1,1
3803-46-68		198,0	17,0	1,1
3807-47-143	Креолка х Искушение	183,1	13,7	1,2
3807-47-122		175,1	13,3	1,4
3808-42-40	Креолка х 2083-32-158	198,0	14,5	1,3
3808-43-44		197,6	16,0	1,2
3808-42-41		191,0	13,7	1,2
3815-43-27	Кипиана х 2083-32-158	199,8	13,0	1,5
3840-46-133	1448-14-11 х 2083-32-126	180,0	13,4	1,2
4083-60-159	3018-6-101 х Лентяй	183,0	16,4	1,3

Эти формы рекомендуются для передачи в первичное сортоизучение, а также для дальнейшего использования в селекции на улучшение биохимического состава ягод по комплексу признаков.

Выводы

Таким образом, наиболее витаминное потомство (содержание АК 200,0 мг/100 г и более) получено в комбинациях скрещивания: 1448-14-11 х 2083-32-126; Кипиана х 2083-32-158; Креолка х Искушение; Креолка х 2083-32-158. В семье 1448-14-11 х 2083-32-126 все полученные сеянцы характеризуются содержанием АК более 150 мг/100 г и 69,8% из них – 200 мг/100 г и более.

Комбинации скрещивания Креолка х Искушение и Кипиана х 2083-32-158, характеризуясь высокой изменчивостью ($V=23,9$; $27,5\%$), высокими значениями частоты и степени трансгрессии ($T_q=40,5$; $51,8\%$, $T_c=68,0$; $71,8\%$), положительным сверхдоминированием при наследовании признака ($h_p=+1,1$; $+1,3$), представляют большую селекционную ценность.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-16-00127).

Список литературы:

1. Огольцова, Т.П. Перспективы селекции черной смородины на повышение качества ягод / Т.П. Огольцова, З.А. Седова, С.Е. Соколова // Тезисы докл. V съезда ВОГиС им. Н.И. Вавилова. – М.: 1987. – Т. 4. – 4.4. – С. 111.
2. Макаркина, М.А. Изучение биохимического состава ягод черной смородины с целью использования их в селекции / М.А. Макаркина, С.Д. Князев, С.Е. Соколова, Т.Г. Филина // Состояние и перспективы селекции плодовых культур: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня рождения Г.К. Коваленко (21-24 авг. 2001 г., Самохваловичи). – Минск: БНИИП, 2001. – С. 174-177.
3. Астахов, А.И. Смородина черная – состояние и перспективы селекции / А.И. Астахов // Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. науч. тр. – ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина. – Мичуринск: Наукоград, 2007. – С. 21-31.
4. Куминов, Е.П. Наследование качества ягод в гибридном потомстве черной смородины / Е.П. Куминов // Селекция черной смородины. – Новосибирск, 1980. – С. 39-47.
5. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – 502 с. – С. 48-57.
6. Самородова-Бианки, Г.Б. Плоды и ягоды как ценный источник веществ, повышающих устойчивость организма к экстремальным факторам / Г.Б. Самородова-Бианки, С.А. Стрельцина, Н.А. Здоренко // Бюлл. науч. информ. ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Л., 1992. – Вып. 229. – С. 65-68.
7. Жбанова, Е.В. Биохимические признаки ягод некоторых исходных форм земляники и черной смородины и вопросы их наследования: 06. 01. 05. «Селекция и семеноводство»: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / Е.В. Жбанова. – Мичуринск, 1997. – 21 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1973. – С. 49-60.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 155-168.
10. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 432 с.

УДК 634.1:631.8

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

Ярошенко О.В., кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт
садоводства и виноградарства», 350901, г. Краснодар, Россия

E-mail: Olesya-yaroshenko@yandex.ru

В почве сада яблони, возделываемого по интенсивным технологиям, установлено высокое содержание подвижных соединений меди, превышающее предельно допустимую концентрацию в 1,5-2 раза, прямое воздействие пестицидов на содержание подвижного цинка в почве, листьях и плодах яблони. Для предотвращения избыточного накопления меди и цинка в системе «почва-растение-плоды» при возделывании яблони в условиях интенсивных технологий необходимо сократить кратность обработок медь- и цинксодержащими препаратами, заменяя их менее опасными.

Ключевые слова: яблоня, интенсивная технология выращивания, подвижные элементы меди и цинка.

The high content of mobile compounds of copper, exceeding maximum permissible concentration by 1,5-2 times, the direct impact of the applied pesticides on the level of zink content in the soil, leaves, and fruits of apple were established in the soil of the apple orchard cultivated on intensive technologies. For prevention of excess accumulation of copper and zink in soil-plant-fruit system at apple-tree cultivation in the conditions of intensive technologies in is necessary to reduce the processing's frequency rate with copper-zinc containing drugs, replacing them with less dangerous.

Key words: apple tree, intensive cultivation technology, mobile compounds of copper and zink.

Введение

В современных условиях ведущая роль в повышении эффективности производства плодовой продукции принадлежит интенсивным технологиям, которые способствуют реализации потенциала продуктивности плодовых культур в конкретных природно-климатических условиях. Обязательным элементом интенсивных технологий при возделывании яблони являются системы защиты от вредных элементов (от 14 до 18 обработок за сезон). Более интенсивно пестициды используются в садах яблони зимнего срока созревания, плоды которой предназначены для длительного хранения. Применяемые пестициды привносят в агроценоз сада химические элементы, которые могут способствовать нарушению питания растений яблони.

Известно, что до 90% рабочей жидкости пестицидов, применяемых при обработках плодовых насаждений, оседает на поверхности почвы, ею аккумулируется и поглощается корнями плодовых растений [3]. Отечественными и зарубежными учеными доказано влияние токсичных почвенных остатков на качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции [2, 7]. Ранее установлено высокое содержание меди и цинка в садовом ценозе, а также накопление цинка в листьях и плодах яблони [1, 7, 8, 10, 11]. Для разработки экологически безопасных агротехнологических приемов возделывания плодовых культур в современном садоводстве необходимы новые знания о динамике накопления макро- и микроэлементов в системе «почва-растение-плоды», экологическом состоянии почвы.

Материалы и методы

Исследования проведены в производственном саду яблони интенсивного типа на черноземе выщелоченном с 2009 по 2011 гг. в разных системах содержания сада: 1. Контроль (без применения удобрений и систем защиты растений), вариант 2. Система защиты яблони, принятая в хозяйстве, вариант 3. Система защиты яблони, принятая в

хозяйстве на фоне внесения органических удобрений в почву сада (торфа нейтрализованного обогащенного). Для определения содержания микроэлементов, в том числе тяжелых металлов в почве и растениях яблони, использовали Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства [6]. Определение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов проводили по методике С.А. Федорова [9]. Фитотоксичность почвы определяли по методике К.Ш. Казеева [4].

Результаты

На всех вариантах опыта в 0-40 см слое почвы установлено высокое содержание подвижной меди – 4,4-5,6 мг/кг, превышающее предельно допустимую концентрацию (ПДК – 3 мг/кг) в 1,5-2 раза. Это связано с использованием медьсодержащих препаратов как в насаждениях предшествующей культуры (виноградник), так и в саду яблони. В 2010 и 2011 гг. отмечено снижение содержания подвижной меди за счет исключения из системы защиты яблони медьсодержащих препаратов и в связи с обильными атмосферными осадками. Уменьшению содержания подвижной меди в слое 0-40 см на 2 мг/кг почвы способствовало внесение органических удобрений в почву сада (рис. 1, стр. 260). Отмечена статистически достоверная отрицательная корреляция подвижных форм этого элемента от содержания гумуса ($r = -0,7$).

Содержание подвижного цинка на всех вариантах опыта в слое почвы 0-60 см было ниже оптимального уровня, который составляет 2-5 мг/кг. Установлено прямое воздействие пестицидов на содержание подвижного цинка в почве сада. При включении в систему защиты яблони цинксодержащего препарата Полирам ДФ в 2009 г., в 2010 г. зафиксировано повышение концентрации подвижного цинка на 2 и 3 вариантах до 1,6-1,8 мг/кг. Поступление цинка в почву происходило вследствие оседания рабочей жидкости на поверхности почвы, а также с листопадом. В 2011 г. выявлено заметное снижение цинка во всех слоях почвы, особенно на варианте с внесением органики в почву сада.

Установлена статистически достоверная положительная корреляция содержания меди в листьях яблони и концентрации подвижной меди в почве сада, выражаемая уравнением: $y = 3,2904x - 0,9614$, $r = 0,85$. Наибольшее содержание меди в листьях яблони было установлено в 2009 г., когда концентрация ее подвижных форм в почве сада была самой высокой по всем вариантам опыта. На интенсивность поступления меди в яблоки оказывали влияние условия увлажнения. Выявлено, что во влажных условиях в период созревания и налива плодов (с июля по август) из листьев в яблоки поступало меньшее количество меди (рис. 2, стр. 260). Установлена статистически достоверная отрицательная корреляция между количеством осадков в период созревания плодов (июль-август) и содержанием меди в яблоках съемной зрелости, выражаемая уравнением: $y = -0,0308x + 3,6035$, $r = -0,8$. Наибольшее содержание меди в яблоках съемной зрелости установлено в 2010 году, характеризовавшемся засушливыми условиями в период налива и созревания плодов и высокой температурой воздуха – до 35 °С.

Накопление цинка в листьях и плодах яблони в период созревания и налива плодов в основном зависело от интенсивности применения средств защиты яблони (рис. 3).

Высокое содержание цинка в листьях и плодах яблони связано с включением в 2009 г. в систему защиты яблони цинксодержащего препарата Полирам ДФ и его последствием в 2010 г. В яблоках съемной зрелости было зафиксировано высокое содержание цинка – 16,3 мг/кг сыр. в-ва в 2009 г., превышающее максимально допустимый уровень (МДУ-10 мг/кг сыр. в-ва). Снижению поступления цинка в яблоки способствовало внесение органических удобрений.

Установлено прямое влияние внесения органических удобрений на увеличение целлюлозоразрушающей активности почвы. Более высокие значения разложения целлюлозы были при внесении органики в почву сада (рис. 4). Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой деятельности микроорганизмов, самоочищающей способности почвы.



Рисунок 1. Содержание подвижных форм меди и цинка в черноземе выщелоченном (слой 0-60 см), мг/кг.

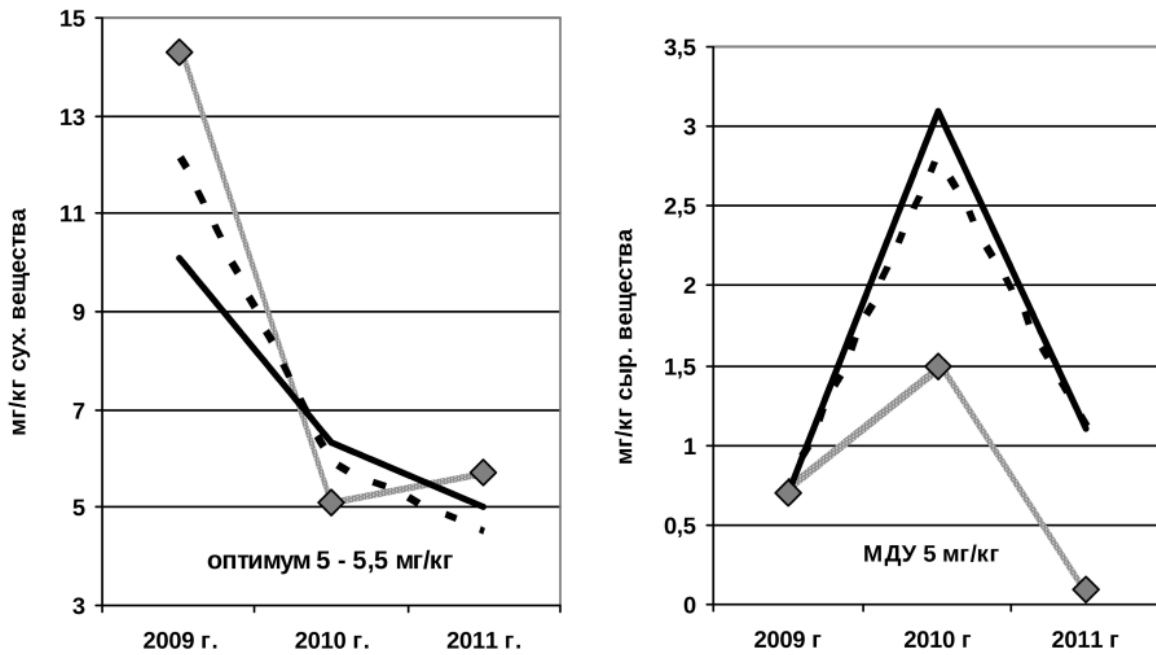


Рисунок 2. Динамика содержания меди в листьях и плодах яблони сорта Айдаред (2009-2011 гг.).

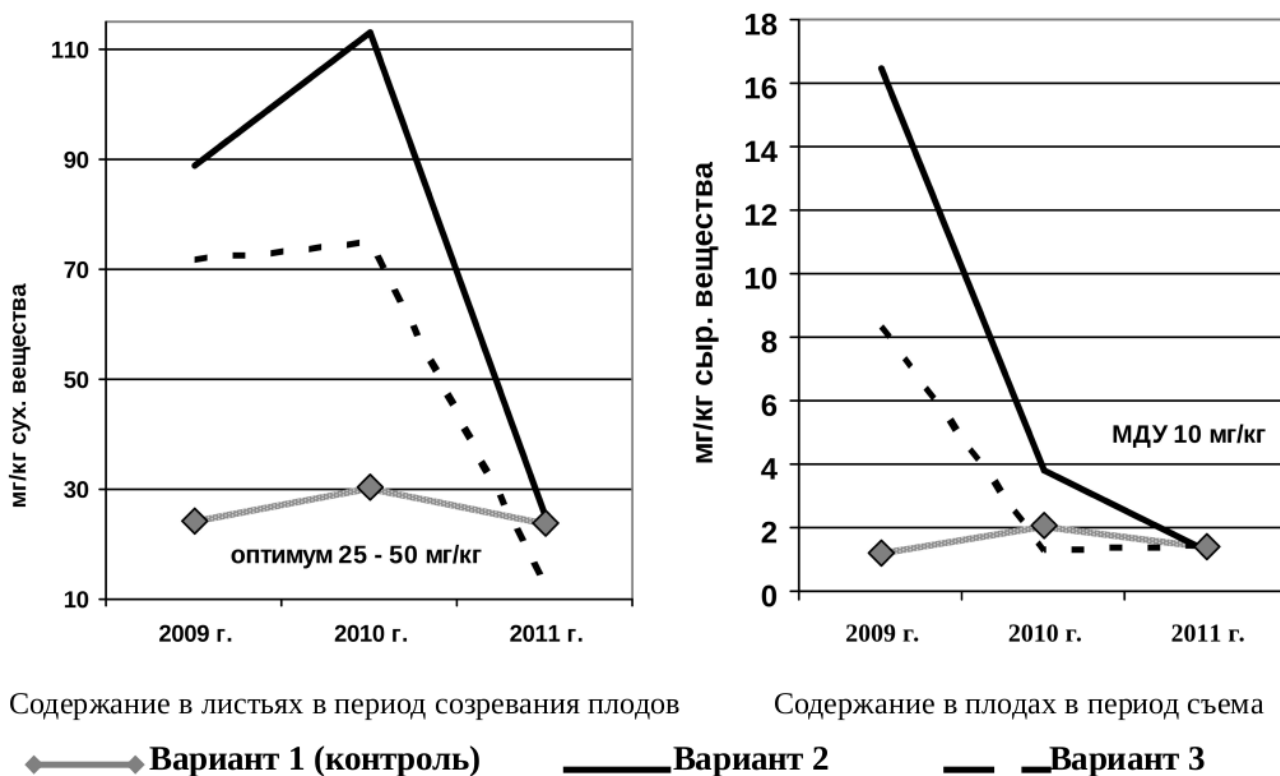


Рисунок 3. Динамика содержания цинка в листьях и плодах яблони сорта Айдаред (2009-2011 гг.)



Рисунок 4. Влияние органических удобрений на целлюлозоразрушающую активность почвы, %.

Токсические свойства почвы обусловлены накоплением в ней вредных для живых организмов веществ, таких, как сложные органические соединения – образуемые микрофлорой токсины и простые неорганические вещества – тяжелые металлы.

Фитотоксичность почвы сада определяли методом биотестирования, в качестве тест-объекта использовали проростки редиса.

Наименьшие показатели прорастания и интенсивности начального роста семян редиса были отмечены на лабораторном контроле и в почве на контрольном варианте (табл. 1). На варианте 2 всхожесть семян редиса, длина проростков была больше, чем на варианте 1. Наилучшие показатели прорастания редиса – 93% – и его роста были получены при выращивании в почве с внесением органики: длина зеленых проростков составила 1,6 см, корней – 3 см.

Таблица 1. Интенсивность прорастания и начального роста семян редиса по вариантам опыта (среднее за 2009-2011 годы)

Варианты опыта	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Средняя длина зеленых проростков, см	Средняя длина корней, см
Лабораторный контроль	73	66,7	1,0	0,9
Вариант 1. Контроль	73	66,7	1,0	2,0
Вариант 2. Система защиты яблони, принятая в хозяйстве	86	60	1,2	2,3
Вариант 3. Система защиты яблони, принятая в хозяйстве, на фоне внесения органических удобрений	93	77	1,6	3,0

Определение токсичности почвы методом биотестов показало, что почва сада на всех вариантах опыта была нетоксична. Лучшие агроэкологические условия для растений-биотестов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов складывались на варианте с внесением органических удобрений в почву.

Выводы

Для сохранения плодородия чернозема выщелоченного и ограничения миграции меди подвижных форм в экосистеме сада в условиях центральной подзоны садоводства Краснодарского края необходимо пополнение почвы органикой не менее 20 т/га не реже одного раза в три года.

Для предотвращения избыточного накопления меди и цинка в системе «почва-растение-плоды» при возделывании яблони в условиях интенсивных технологий необходимо сократить кратность обработок медь- и цинксодержащими препаратами, заменяя их менее опасными.

Список литературы:

1. Гончаренко, В.И. Ландшафтно-геохимические особенности распаханых территорий южнорусских степей /Гончаренко Валентина Ивановна: автореф. дисс. канд. геогр. наук. – М.,1985. – 13 с.
2. Евдокимова, Г.А. Влияние тяжелых металлов промышленных выбросов на микрофлору почвы / Г.А. Евдокимова, Н. П. Мозгова. – М.: Изд-во МГУ. – 1987. – 134 с.
3. Иванов, В.Ф. Экология плодовых культур/ В.Ф Иванов, А.С. Иванова, Н.Е. Опасенко. – Киев: Аграрная наука, 1998. – 406 с.
4. Казеев, К.Ш., Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов/ н/Д: изд-во РГУ. – 2003. – С. 170-172.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., 1992. – 61 с.
6. Минеев, В. Г. Экологические проблемы агрохимии / В.Г. Минеев // Уч. Пособие. – М.: МГУ, 1987. – 285 с.
7. Подгорная, М.Е. Содержание меди в плодах яблони в зависимости от сорта и кратности применения / М.Е. Подгорная // Агротехнический метод в защите растений от вредных организмов. Уч. пособие. – Краснодар, 2005. – С. 367-378.
8. Сергеева, Н.Н. Содержание микроэлементов в черноземе выщелоченном под плодовыми насаждениями при внесении органоминеральных удобрений / Н.Н. Сергеева, Н.Г. Пестова, О.В. Ярошенко // Земледелие. – 2016. – № 1. – С. 11-14
9. Фёдоров, С.А. Практическое руководство по почвенной микробиологии / С.А. Фёдоров. – М.:Сельхозиздат, 1963. – 615 с.
10. Попова, В. П. Содержание макро- и микроэлементов в системе «почва-лист-плод» при интенсивных технологиях возделывания яблони / В.П. Попова, О.В. Ярошенко, Н.Г.

- Пестова // Плодоводство и ягодоводство России. - 2014. - Т. XXXX. - Ч. 1. - С. 255-260.
11. Ярошенко, О.В. Влияние органических удобрений на режим питания яблони / О.В. Ярошенко // Агроэкологические основы применения удобрений в современном земледелии: материалы 49-й междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов. - М.: ВНИИА, 2015. - С. 274-277.

Аликина О.В., Беседин А.Г., ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ОВОЩНОГО ГОРОХА ДВУХ	7
МОРФОТИПОВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	
Асатурова А.М., Томашевич Н.С., Жевнова Н.А., Хомяк А.И., Дубяга В.М.,	12
Козицын А.Е., Сидорова Т.М., НОВЫЕ БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БИОФУНГИЦИДЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕДОНОСНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ В СИСТЕМАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	
Белоусов И.Е., Кремзин Н.М., ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА	15
ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ КУСТИСТОСТИ	
Брагина О.А., Караченцев В.В., Гергель И.А., РЕЗИСТЕНТНОСТЬ	20
ПРОСОВИДНЫХ СОРНЯКОВ – СЕРЬЕЗНАЯ ПРОБЛЕМА В СИСТЕМЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПОСЕВАХ РИСА	
Гомжина М.М., Ганнибал Ф.Б., ВЫДЕЛЕНИЕ ДНК ПИКНИДИАЛЬНЫХ	24
ГРИБОВ – ПАТОГЕНОВ РАСТЕНИЙ ИЗ ГЕРБАРНОГО МАТЕРИАЛА	
Горбачева Н.Г., АНАЛИЗ МИКРОСПОРОГЕНЕЗА КОЛОННОВИДНЫХ	28
ФОРМ ЯБЛОНИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЕКЦИИ, НА ПОЛИПЛОИДНОМ УРОВНЕ	
Гуторова О.А., Штуц Р.В., Кашиц В.П., ВЛИЯНИЕ БЕССМЕННОГО	33
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА НА ПОДВИЖНОСТЬ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВЕ	
Донцова А.А., Потокина Е.К., ВЛИЯНИЕ АЛЛЕЛЬНОГО ПОЛИМОРФИЗМА	37
ГЕНОВ RPD И VRN НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ	
Дубина Е.В., Есаулова Л.В., Костылев П.И., МАРКЕРНАЯ СЕЛЕКЦИЯ	40
РИСА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ЗАТОПЛЕНИЮ КАК ФАКТОРУ БОРЬБЫ С СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ	
Енгальчева И.А., Левко Г.Д., Плешакова Т.И., Гапека А.В.,	45
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИРУСА ОБЫКНОВЕННОЙ МОЗАИКИ ГОРОХА (PMV) НА СОРТООБРАЗЦАХ ГОРОШКА ДУШИСТОГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
Епифанович Н.В., Мухина Ж.М., Савенко Е.Г., Королева С.В., Глазырина	49
В.А., Шундрин Л.А., Епифанович Ю.В., РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОНТРОЛЯ ГАМЕТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ РЕГЕНЕРАНТОВ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ (BRASSICA OLERACEA L.) В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ IN VITRO МЕТОДОМ ДНК-ГЕНОТИПИРОВАНИЯ	
Жанбырбаев Е.А., Рысбекова А.Б., Усенбеков Б.Н., Казкеев Д.Т.,	55
Сартбаева И.А., Беркимбай Х.А. ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НЕКОТОРЫЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ У РИСА	
Иванисов М.М., Ионова Е.В., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ	58
СВОБОДНОГО ПРОЛИНА ПРИ ОЦЕНКЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	

Казкеев Д.Т. Рысбекова А.Б., Усенбеков Б.Н. Жанбырбаев Е.А., Сартбаева И.А., Беркимбай Х.А., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ В СЕЛЕКЦИИ РИСА С ОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ	62
Калиевская Ю.П., Костылев П.И., Тесля М.В., ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИЙ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА	67
Келдибеков А.,А. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Серова З.М., АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИММУННОГО К ПАРШЕ СОРТА ЯБЛОНИ БОЛОТОВСКОЕ В КОМБИНАЦИИ С ШИРОКИМ СПЕКТРОМ НОВЫХ СЛАБОРОСЛЫХ ВСТАВОЧНЫХ ПОДВОЕВ СЕЛЕКЦИИ ВНИИСПК	75
Коротенко Т.Л., Петрухненко А.А., Хорина Т.А., ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАБОТЕ С ГЕНЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ РИСА	80
Краснова Е.В., Костылев П.И.,Редькин А.А., Калиевская Ю.П., ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ РИСА ОТ ГУСТОТЫ СТЕБЛЕСТОЯ, ОЗЕРНЕННОСТИ МЕТЕЛОК И МАССЫ ЗЕРНОВКИ	87
Кремнева О.Ю., Волкова Г.В., РАСОВЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS ИЗ РАЗНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН СЕВЕРНОГО КАВКАЗА	92
Кудашкина Е.Б., Костылев П.И., ОЦЕНКА ГИБРИДОВ РИСА ПО СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ С ПОМОЩЬЮ РУЛОНОВ НА 1,5% РАСТВОРЕ NaCl	96
Кумейко Ю.В., Паращенко В.Н., Кремзин Н.М., Швыдкая Л.А., Слепцова О.И., ВЛИЯНИЕ ИСКЛЮЧЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ИЗ РИСОВЫХ СЕВООБОРОТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ	103
Ладатко В.А., Ладатко М.А., ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РИБАВ-ЭКСТРА НА ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА	106
Левакова О.В., Ерошенко Л.М., Ерошенко А.Н., РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РФ	109
Мамась Н.Н., Габараев Д.Б., ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ РЕЧНОГО ИЛА	114
Мельник О.А., Никифорова Ю.Ю., ВЛИЯНИЕ БИОТЫ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СЛОЖНОМ КОМПОСТЕ	116
Молоков Л.Г., Ладатко М.А., Зеленева И.А., УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ РИСА НА РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И НОРМАХ ВЫСЕВА	121
Насонов А.И., Супрун И.И., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОАСКОСПОРОВЫХ ИЗОЛЯТОВ В ПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ VENTURIA INAEQUALIS	124
Некрасов Е.И., Скворцова Ю.Г., Черткова Н.Г., СОРТОВОЙ СОСТАВ	129

ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
Никифорова Ю.Ю., Мельник О.А., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ	133
ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ	
Оглы А.М., РЕАКЦИЯ СОРТОВ РИСА НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОГОДНЫХ	137
УСЛОВИЙ В ЗОНЕ РИСОСЕЯНИЯ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА	
Остапенко Н.В., Джамиризе Р.Р., Лоточникова Т.Н., Чинченко Н.Н.,	143
ПРОЯВЛЕНИЕ АТАВИСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У СОРТА РИСА ШАРМ	
Павленкова Г.А., ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВИДОВ СИРЕНИ ПО	149
КОМПОНЕНТАМ ЗИМОСТОЙКОСТИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
Петров Л.К., ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ	154
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СОРТОИСПЫТАНИИ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Попов А. С., Овсянникова Г.В., Янковский Н.Г., Сухарев А.А.,	157
ПОТРЕБНОСТЬ В ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ТВЕРДОЙ И МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	
Попов С.С., аспирант, Костылев П.И., ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО	160
РАЗНОНАПРАВЛЕННОГО ОТБОРА ПО ПРОДУКТИВНОСТИ МЕТЕЛКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ РИСА	
Редькин А.А., Костылев П.И., НАСЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ	165
ПРИЗНАКОВ У РИСА В ПОПУЛЯЦИИ F ₂ IN PARA-3×НОВАТОР	
Савенко Е.Г., Власов В.Г., Мухина Ж.М., Глазырина В.А., Шундрин Л.А.,	172
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНИЦИАЛЬНЫХ КЛЕТОК ПЫЛЬНИКА РИСА В КУЛЬТУРЕ IN VITRO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИТО-ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	
Свищула И.А., ПРИМЕНЕНИЕ БИОТОПЛИВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ	176
АВТОНОМНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА АЛТАЙСКОГО КРАЯ	
Тесля М.В., Костылев П.И., Калиевская Ю.П., ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ	179
СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ РИСА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА	
Старшинова О.А., ФОРМИРОВАНИЕ НОВОГО ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО	188
ТЕТРАПЛОИДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (TRIFOLIUM PRATENSE L.)	
Степанов И.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО	193
РАЗНООБРАЗИЯ СОРТОВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ СЕЛЕКЦИИ МОС ВИР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ	
Стукалов Р.С., ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И	197
УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	
Ткаченко А.В., Кувшинова А.А., ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ	202
УДОБРЕНИЙ НА ОБМЕННУЮ КИСЛОТНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ	

Токмаков С.В., Супрун И.И., АНАЛИЗ SSR-ПОЛИМОРФИЗМА	206
ПРИРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГРУШИ КАВКАЗСКОЙ В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА	
Туманьян Н.Г. Кумейко Т.Б., Папулова Э.Ю., ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ	213
ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАХМАЛА ЗЕРНОВКИ РИСА ПРИ ПЕРЕСТОЕ РАСТЕНИЙ НА КОРНЮ	
Фирсов А.Н., Масалова Л.И., ОЦЕНКА РЕДКИХ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ	218
ИНТРОДУЦЕНТОВ ДЕНДРАРИЯ ВНИИСПК	
Хомяк А.И., Асатурова А.М., Сидорова Т.М., Цыгичко А.А., РАЗРАБОТКА	225
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	
Цыкунова О.В., Гувеннов А.И., Городецкая Н.А., Салова Л.А.,	230
КОНСЕРВИРОВАНИЕ ПЛЮЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ БИОСИЛ НН, БИОВЕТ, ЗАКВАСКА - К	
Черников Е.А., К ВОПРОСУ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ВИНОГРАДНИКОВ ЮГА	235
ТАМАНИ	
Чижигов В.Н., Паращенко В.Н., Кумейко Ю.В., ЭФФЕКТИВНОСТЬ	240
РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЗОТА НА ФОНЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ КАЛИЙНО-КРЕМНИЕВЫМ УДОБРЕНИЕМ	
Шавыркина М.А., Князев С.Д., Товарницкая М.В., ОЦЕНКА	244
ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ И СТЕПЕНИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ	
Шарифуллин Р.С., Швыдкая Л.А., Слепцова О.И., ВЫДЕЛЕНИЕ	249
ПОЧВЕННЫХ КОНТУРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПРИ АГРОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	
Юрченко С.А., Королева С.В., ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	252
СЕМЕНОВОДСТВА ГИБРИДОВ F1 СЛАДКОГО ПЕРЦА, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ ЯДЕРНО-ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ	
Янчук Т.В., НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ СМОРОДИНЫ	256
ЧЕРНОЙ НА ПОВЫШЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ	
Ярошенко О.В., РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ	261
НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА	

Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства

Международный саммит молодых учёных

Материалы саммита

Краснодар, 26-30 июля 2016 года.

Подписано в печать 13.07.16.

Составитель ИП Синяев Д.Н.

Бумага офсетная. Печать ризографическая.

Формат 60х84^{1/8}. Гарнитура «Times New Roman».

Печатных листов 31.5. Тираж 300 экз. Заказ 182.

Отпечатано с готового оригинала-макета

в типографии Альянс. ИП Зубков В.Л.

420029, РТ, г. Казань, ул. Сибирский тракт 34, корпус 14, офис 23

Тел. +7(843) 267-14-16, 510-97-57