

Рецензенты: В.С. Пушкарь, д-р геогр. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры экологии и природопользования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса;
О.В. Храпко, д-р биол. наук, главный научный сотрудник Ботанического сада-института ДВО РАН

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
Э40 И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АЗИАТСКО-
ТИХООКЕАНСКОМ РЕГИОНЕ: Среды жизни, их охрана и вос-
становление [Текст] : монография / науч. ред. Н.К. Христо-
форова, Н.В. Иваненко. – Владивосток : Дальнаука, Изд-во
ВГУЭС, 2016. – 142 с.**

ISBN 978-5-8044-1586-1

ISBN 978-5-9736-0355-7

Отражены основные направления работ научных коллективов Дальневосточного отделения Российской академии наук и Японии, Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, Дальневосточного федерального университета, посвященных наиболее значимым прикладным исследованиям в области геоэкологии, охраны окружающей среды, рационального использования почвенных и биологических ресурсов (растительные ресурсы суши, морские биологические ресурсы – объекты промысла), а также актуальным проблемам биомониторинга.

Для широкого круга специалистов в области экологии, почвоведения, биогеохимии, биотехнологии, аспирантов и студентов старших курсов естественно-научных направлений подготовки вузов, а также специалистов, принимающих решения в сфере хозяйственной деятельности и государственного управления.

ISBN 978-5-8044-1586-1

ISBN 978-5-9736-0355-7

© Дальнаука, 2016

© Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, оформление, 2016

© Коллектив авторов, текст, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
 Раздел I. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ОХРАНА НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.....	11
1.1. Геоэкологические проблемы разработки рудных и россыпных месторождений золота на примере Амурской области (Н.В. Моисеенко, И.В. Кузнецова)	11
1.2. Основные экологические проблемы почвенного покрова Дальнего Востока России (В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский).....	19
1.3. Проблема нормирования тяжелых металлов в почвах на примере агроценозов юга Дальнего Востока (В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский).....	22
1.4. Диагностика полигенетичности в буроземах прибрежно-островной зоны Приморья (Б.Ф. Пшеничников, М.С. Ляцезская, Н.Ф. Пшеничникова, Е.Г. Зубахо).....	25
1.5. Modeling of greenhouse gas emission from soils under different ecosystem (A. Kadono)	31
1.6. Экологические проблемы современной автомобилизации городов (на примере г. Владивостока) (И.Ю. Гриванов, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко)	36
1.7. Перспективы получения ряда функциональных соединений с использованием отходов производства риса (Л.А. Земнухова, С.Б. Ярусова, Н.В. Макаренко, А.Н. Холомейдик, Г.А. Федорищева, П.С. Гордиенко, И.А. Шабалин).....	40
1.8. Спектрофотометрический фотоабсорбционный тест как экологическая оценка состояния зеленых растений (В.М. Колдаев)	55
1.9. Состояние фонда фотосинтетических пигментов как показатель степени адаптации хвойных видов (М.С. Титова).....	60
1.10. Создание плантаций мааки амурской (<i>Maackia amurensis</i> Rupr. Et Maxim.) в естественных и культурных фитоценозах (В.А. Полещук, Л.И. Моисеенко)	64
1.11. Экологические аспекты в ботаническом ресурсоведении (изучение <i>Patrinia rupestrис</i>) (О.Г. Зорикова, П.С. Зориков).....	70
1.12. Биохимическая адаптация <i>Reynoutria japonica</i> Houtt. в условиях урбанистического стресса (А.Ю. Маняхин, П.С. Зориков)	76
1.13. Айлант высочайший (<i>Ailanthus altissima</i>) на Горнотасжной станции ДВО РАН (С.В. Горохова).....	81
1.14. Белокопытник японский – источник БАВ для функциональных продуктов (С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова)	86
1.15. Управление природопользованием в Приморском крае (М.В. Максимов, Л.В. Якименко, И.Ю. Гриванов, Н.В. Иваненко).....	92

Раздел II. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ЗОНЕ. МОРСКИЕ БИОРЕСУРСЫ.....	100
2.1. Оценка уровней содержания микроэлементов в морских промысловых объектах Дальневосточного бассейна (<i>Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кику</i>).....	100
2.2. Хлорорганические пестициды в рыбах Японского и Охотского морей (<i>О.Н. Лукьянова, М.Д. Боярова, В.Ю. Цыганков, Н.К. Христофорова</i>)	108
2.3. Ресурсы поверхностных и морских вод Камчатки и перспективы их использования (<i>Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, Е.В. Тарасова</i>)	113
2.4. Проблемы загрязнения городских водотоков (<i>Т.С. Вшивкова</i>)	125
Информация об авторах	136

35. Накамото, К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М.: Мир, 1991. – 536 с.
36. Bentiss, F. The corrosion inhibition of mild steel in acidic media by a new triazole derivative / F. Bentiss, M. Lagrennee, M. Traisnel, J.C. Hornez // Corrosion science. – 1999. – Vol. 41. – P. 789–803.
37. Iemma, F. Removal of metal ions from aqueous solution by chelating polymeric microspheres bearing phytic acid derivatives / F. Iemma, G. Cirillo, Spizzirri U. Gianfranco, F. Puoci, Parisi O. Ilaria, N. Picci // European Polymer Journal. – 2008. – Vol. 44. – P. 1183–1190.
38. Li, R. Removal of aqueous Hg(II) and Cr(VI) using phytic acid doped polyaniline/cellulose acetate composite membrane / R. Li, L. Liu, F. Yang // Journal of Hazardous Materials. – 2014. – Vol. 280. P 20–30.
39. Torre, M. Effects of Dietary Fiber and Phytic Acid on Mineral Availability / M. Torre, A.R. Rodriguez, F. Saura-Calixto // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 1991. – Vol. 30:1. – P. 1–22.
40. Макаренко, Н.В. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов сорбентом из отходов производства риса / Н.В. Макаренко, С.Б. Ярусова, Ю.А. Азарова, Л.А. Земнухова // Вестник ДВО РАН. – 2015. – № 4. – С. 94–99.
41. Макаренко, Н.В. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов сорбентом, полученным из отходов производства риса / Н.В. Макаренко, С.Б. Ярусова, Л.А. Земнухова, Ю.А. Азарова // IV Междунар. конф. по химии и химической технологии, 14 – 18 сент. 2015 г., Ереван [сб. матер.]. – Ереван, 2015. – С. 40–42.
42. Coleman, N.J. Sorption of Co^{2+} and Sr^{2+} by waste-derived 11 Å tobermorite / N.J. Coleman, D.S. Brassington, A. Raza, A.P. Mendham // Waste Management. – 2006. – Vol. 26. – P. 260–267.
43. Ho, Y.S. Pseudo-second order model for sorption processes / Y.S. Ho, G. McKay // Process Biochemistry. – 1999. – Vol. 34. – P. 451–465.

1.8. Спектрофотометрический фотоабсорбционный тест как экологическая оценка состояния зеленых растений

В.М. Колдаев

The spectrophotometry test of photoabsorption as valuing of state of green plants

V.M. Koldaev

In this article we described the objective laws the correlation of content a chlorophylls and other pigments in green leafs. It is recording absorption spectrums of extracts from leaves 242 plants 32 families. This spectrum subdivides into three basic types by arrangement of greatest maximum in middle-wave, long-wave ultra-violet, visible part of optical range. We estimate the relative content of chlorophyll and other pigment by ratio optical density of length wave 664 nm and optical density of length wave of greatest maximum. The first type is characterized by low, the second type by middle and third type by the most content of chlorophyll in green leaves in comparison with other pigments.

Адаптация растений к экстремальным условиям связана со значительными перестройками высокочувствительного к внешним воздействиям ассимилирующего аппарата [1]. Вероятно, показательными и значимыми оценками со-

стояния растений могут служить изменения фотосинтетических процессов под влиянием тех или иных условий среды. Как известно [2], фоторецепторная система зеленого листа строится на базе двух важнейших типов химических соединений: тетрапирролов, образующих циклы хлорофиллов и открытую структуру фикобилинов, а также полиизопrenoидов, порождающих большой и разнообразный класс каротиноидов. Кроме того, в утилизации энергии света участвуют также разнообразные пигменты с хромоформными группами: антоцианы, флавоноиды, алкалоиды и др. Соотношение поглощения энергии хлорофиллами и другими пигментами служит показателем напряженности фотосинтетических процессов, что имеет практическое значение, например, для характеристики влияния среды на состояние растительных ресурсов. Спектрофотометрическое определение сравнительной поглощательной способности хлорофиллов относительно других хромофоров зеленых листьев составило цель нашей работы.

Материалом исследований служили растения 242 видов из 32 семейств. От растений с использованием рандомизации случайными числами отбирали по 3 листа. Из каждого листа в средней трети симметрично осевой жилке тотчас вырезали 2 фрагмента по 1 кв. см и растирали в ступке с кварцевым песком, небольшим количеством углекислого магния и 10-ю мл 95% этанола, затем фильтровали во флаконы темного стекла. Абсорбционные оптические спектры (АОС) фильтратов регистрировали на цифровом спектрофотометре UV-2501PC (Shimadzu, Япония), обрабатывали по описанной ранее авторской методике [2], определяли длину волны и оптическую плотность наиболее высоких максимумов. Зарегистрированные АОС имели от 6 до 8 максимумов разной высоты в ультрафиолетовом и видимом диапазонах. К примеру, АОС спиртового извлечения из листьев лука-батуна – *Allium fistulosum* L., Alliaceae (рис. 1), в котором максимумы на длинах волн 617, 664 соответствуют поглощению хлорофиллами, 435, 467 – каротиноидами, 266, 335 и 372 нм – хромофорами других пигментов, наиболее высокий максимум (НВМ) приходится на длину волны 266 нм.

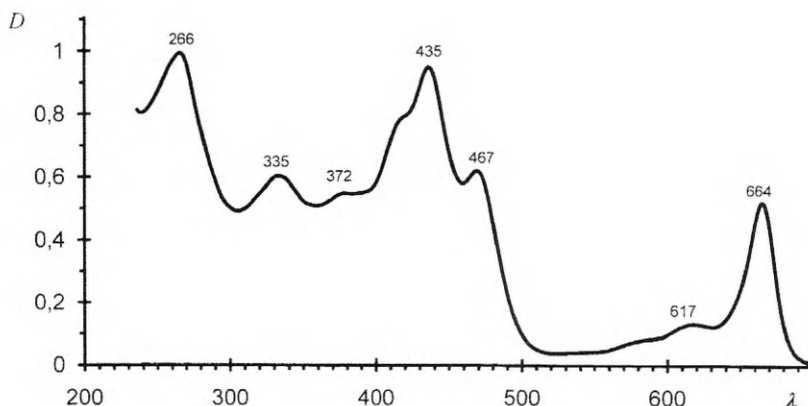


Рис. 1. Типичный спектр поглощения спиртового экстракта из зеленого листа.

Пояснения в тексте. По вертикали – оптическая плотность в отн. ед.,
по горизонтали – длина волны в нм

Относительную поглощательную способность хлорофиллов сравнительно с другими пигментами оценивали по коэффициенту относительной фотоабсорбции (КОФ):

$$\text{КОФ} = D(664)/D(\text{НВМ}),$$

где $D(664)$ – оптическая плотность на аналитической длине волны 664 нм, соответствующей максимуму поглощения хлорофилла,

$D(HBM)$ – оптическая плотность на длине волны наиболее высокого максимума.

В течение суток величина КОФ колеблется в пределах 3–5%, достигая максимума между 13 и 16 ч (рис. 2). Кроме того, величина КОФ изменяется в зависимости от вегетационного периода. На рисунке 3 представлены примеры сезонной динамики КОФ, из которых видно, что для калужницы лесной (1 – *Caltha sylvestris* Worosch., Ranunculaceae), сирени обыкновенной (2 – *Syringa vulgaris* L., Oleaceae), смородины черной сорта «чемпион Приморья» (3 – *Ribes nigrum* L., Grossulariaceae), смородины красной сорта «ранняя сладкая» (4 – *Ribes rubrum* L., Grossulariaceae) и боярышника перистонадрезного (5 – *Crataegus pinnatifida* Bunge., Rosaceae) КОФ достигает максимума после начала цветения, а затем к началу созревания плодов снижается, что, видимо, связано с вариациями содержания пигментов [3] в зеленом листе.

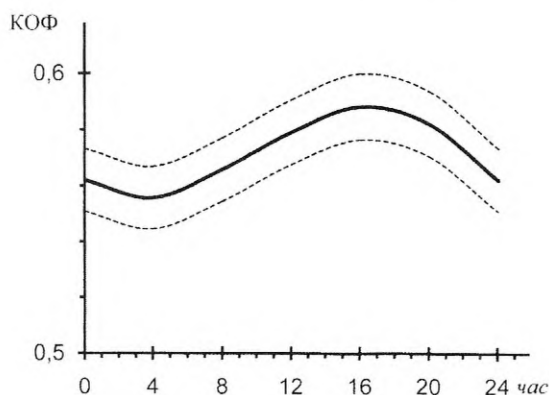


Рис. 2. Суточные вариации коэффициента относительной фотоабсорбции (КОФ).
Пунктиром ограничен доверительный интервал

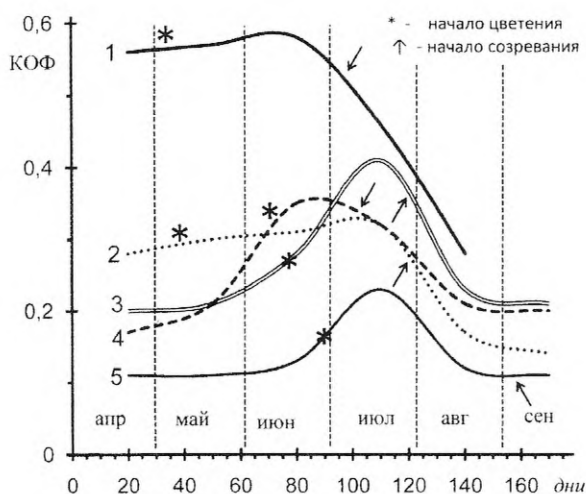


Рис. 3. Сезонная динамика КОФ. Пояснения в тексте. По горизонтали – дни наблюдения

Далее представлены данные определения КОФ для листьев, взятых в середине дня в период цветения.

В зависимости от длины волны НВМ исследованные растения можно подразделить на несколько групп. В первую группу включены растения, имеющие спектры поглощения спиртовых извлечений из листьев НВМ на длинах волн от 250 до 300 нм (диапазон *A* на рис. 4). Эта группа наиболее многочисленна, составляет 51,5% исследованных растений. Во вторую группу включены растения с НВМ от 320 до 360 нм (диапазон *B*). НВМ 1-й и 2-й групп расположены в ультрафиолетовой (УФ) области. В третью группу включены растения с НВМ в видимой (синей) области от 410 до 450 нм (диапазон *C*). Объемы второй и третьей групп составляют 37 и 11,7% соответственно. Абсорбционные спектры экстрактов из листьев наиболее типичных представителей указанных групп приведены на рис. 4: 1 – жимолость Маака (*Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim., Caprifoliaceae), 2 – подорожник азиатский (*Plantago asiatica* L., Plantaginaceae), 3 – калужница лесная (*Caltha sylvestris* Worosch., Ranunculaceae).

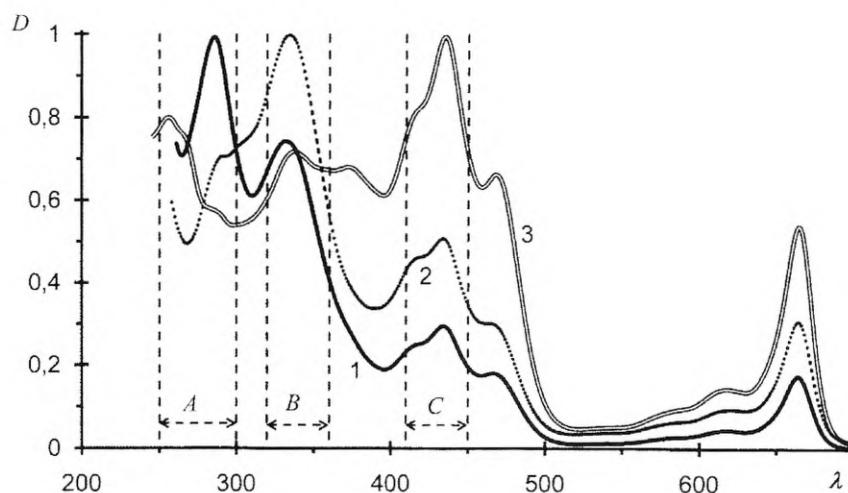


Рис. 4. Абсорбционные спектры спиртовых извлечений из листьев жимолости Маака (1), подорожника азиатского (2) и калужницы лесной (3). *A*, *B*, *C* – диапазоны длин волн наиболее высоких максимумов (обозначения см. рис. 1)

Спектры поглощения извлечений из листьев растений 1-й группы с НВМ в коротковолновой части УФ диапазона КОФ имеют наиболее низкие значения $0,258 \pm 0,014$ (рис. 5), 2-й группы с НВМ в длинноволновой части УФ значения КОФ в 1,17 раз больше ($0,301 \pm 0,016$). Для АОС растений 3-й группы КОФ принимает наиболее высокие значения, превосходит величину аналогичных коэффициентов первой и второй групп в 2–2,3 раза ($0,604 \pm 0,031$).

Как известно, для спектров зеленых листьев максимум поглощения в области 660–665 нм является обобщенным признаком хлорофиллов, а его высота отображает их суммарное поглощение [4]. Наиболее высокие максимумы соответствуют поглощению нехлорофилловых пигментов листа. КОФ дает представление об относительной по сравнению с другими пигментами поглощательной способности хлорофиллов. Судя по результатам исследований,

имеется тенденция роста КОФ по мере увеличения длины волны НВМ. Вероятность этой тенденции достигает 0,998 при коэффициенте линейной парной корреляции R между длиной волны НВМ и значениями КОФ порядка 0,86. Таким образом, показано, что растения со спектрами 1-й группы характеризуются низкими, 2-й – средними и 3-й – относительно высокими поглощательными свойствами хлорофиллов в зеленых листьях по сравнению с другими пигментами.

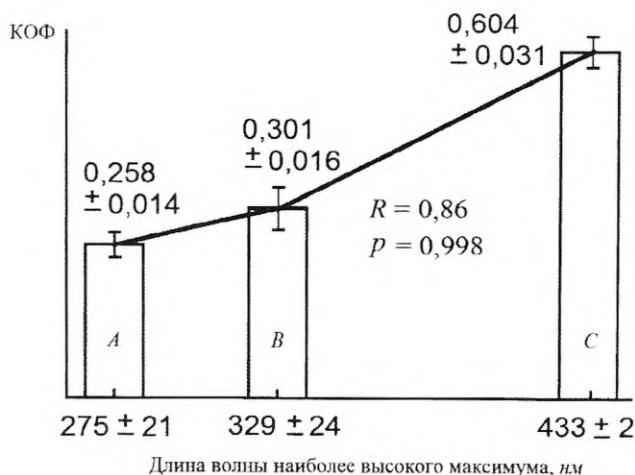


Рис. 5. Взаимосвязь КОФ с длиной волны наиболее высокого максимума АОС спиртовых извлечений из зеленого листа

Таким образом, КОФ может служить в качестве спектрофотометрического теста состояния фотосинтетических процессов. Разработанная методика определения относительной поглощательной способности хлорофиллов зеленого листа сравнительно проста, не требует, кроме экстрагента, никаких реактивов, что немаловажно в полевой практике, и в то же время довольно точна.

Относительная поглощательная способность хлорофиллов растений Приморья мало изучена, для восполнения этого пробела планируется провести исследования изменчивости КОФ в различных экологических условиях.

1. Меньшакова, М.Ю. Изменчивость фотосинтетического аппарата растений: бореальные и субарктические экосистемы / М.Ю. Меньшакова. – М.: Наука, 2008. – 117 с.

2. Физиология растений / под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2007. – 640 с.

3. Титова, М.С. Содержание каротиноидов в хвое представителей семейства Cupressaceae и Taxaceae / М.С. Титова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – № 2. – С. 63–65.

4. Колдаев, В.М. Разновидности абсорбционных спектров этанольных извлечений из листьев растений / В.М. Колдаев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. № 5(3). – С. 1793–1795.

1.9. Состояние фонда фотосинтетических пигментов как показатель степени адаптации хвойных видов

М.С. Титова

State fund photosynthetic pigments as a measure of adaptation of conifers species

M.S. Titova

The state fund of photosynthetic pigments have introduced in the arboretum Mountain taiga station and Far Eastern species of conifers. The regularities of the seasonal accumulation of plastid pigments – chlorophylls and carotenoids and their ratio in the needles introduced species. It was found that the analysis of the content of photosynthetic pigments can serve as a diagnostic of the degree of adaptation of the assimilation apparatus introduced conifer species to new habitats for these conditions.

Важнейшими компонентами фотосинтезирующей клетки являются хлорофилл и каротиноиды. Количество хлорофиллов *a* и *b*, их суммарное содержание, сумма каротиноидов, соотношение зеленых и желтых пигментов зависят от жизнедеятельности организма. Количество пигментов очень чутко отражает реакцию растительного организма на условия произрастания. Так, при оптимальных условиях общее содержание хлорофиллов и каротиноидов характеризуется относительным постоянством, однако при интродукции растений, когда происходит адаптация растительного организма к новым для него климатическим условиям (освещенность, влажность воздуха и почвы, температурный режим и т.д.), содержание пигментов в хлоропластах подвержено изменениям [1].

Необходимо отметить, что количественные и качественные характеристики пигментов необходимы в оценке адаптации и фотосинтетических возможностей, в том числе продуктивности растений. Сложность применения пигментных характеристик для этих целей заключается в том, что хлоропласты, обладающие заметной генотипической самостоятельностью, в различных условиях среды формируют такой хлорофилл-каротиноидный комплекс, который наиболее соответствует физиологическому режиму растений на данном этапе онтогенеза. Существенные изменения количества и состава пигментов хлоропластов наблюдаются у всех растений в экстремальных (или почти экстремальных) природных и опытных условиях. При явном недостатке света у древесных растений накапливается значительно больше хлорофиллов и каротиноидов в расчете на единицу массы тканей по сравнению с листовым аппаратом тех же видов, растущих на полном свете. В условиях, резко отличающихся между собой по освещенности, у одних и тех же видов обычно сохраняется качественный состав пигментов, но изменяются их количественные показатели и соотношения [2].

В литературе недостаточно данных о состоянии пигментного аппарата древесных при интродукции их на Дальний Восток. В связи с этим, представляется важным выявить различия в характере накопления пигментов у интродуцентов и дальневосточных видов растений.

Нами проведено исследование пигментного фонда 24 видов хвойных, из них 7 представителей дальневосточной флоры (как эталон) и 17 видов, интродуцированных в дендрарий Горнотажной станции ДВО РАН. Объектами исследования явились представители родов: сосна (*Pinus*) – сосна корейская, сосна сибирская, сосна веймутова, сосна Банкса, сосна обыкновенная; пихта (*Abies*) – пихта белокорая, пихта сахалинская; ель (*Picea*) – ель аянская, ель корейская, ель колючая, ель обыкновенная, ель сибирская, ель гималайская, ель Энгельмана, ель шероховатая, ель Мейера; можжевельник (*Juniperus*) – можжевельник твердый, можжевельник полушаровидный, можжевельник китайский; кипарисовник (*Chamaecyparis*) – кипарисовник Лавсона; туя (*Thuja*) – туя западная; микробиота (*Microbiota*) – микробиота перекрестнопарная; тис (*Taxus*) – тис остроконечный, тис остроконечный ф. низкий.

Количество хлорофиллов *a*, *b* и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим методом с использованием методических разработок [3]. Образцы хвои второго года вегетации с постоянной навеской 0,2 г отбирали в трехкратной повторности в течение года. Далее в лабораторных условиях получали вытяжку пигментов в ацетоне. Экстракты пигментов фильтровались вакуумным способом. Оптические плотности пигментных вытяжек определяли с помощью однолучевого автоматизированного спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО) по центрам поглощения: для хлорофиллов *a* и *b* – 644 и 662 нм, для каротиноидов – 440,5 нм.

Основой расчета концентрации пигментов хлоропластов служили формулы Веттштейна для 100%-го ацетона:

$$C_a = 9,78 \times D_{662} - 0,99 \times D_{644}, \quad (1)$$

$$C_b = 21,42 \times D_{644} - 4,65 \times D_{662}, \quad (2)$$

$$C_{a+b} = 5,13 \times D_{662} + 20,43 \times D_{644}, \quad (3)$$

$$C_{\text{кар}} = 4,69 \times D_{440,5} - 0,268 (C_{a+b}), \quad (4)$$

где *C* – концентрация хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в мг/л,

D – оптическая плотность в центрах поглощения пигментов 440,5; 644 и 662 нм.

Содержание пигментов в хвое вычислялось по формуле:

$$A = (C \times V) / (P \times 1000), \quad (5)$$

где *A* – содержание пигмента в мг на 1 г сырой навески,

C – концентрация пигмента в мг/л (после расчета по формулам 1, 2, 3, 4),

V – объем вытяжки пигмента (мл),

P – навеска хвои (г).

Известно, что пигментный состав считается одним из наиболее информативных показателей, характеризующих состояние фотосинтетического аппарата хвойных растений.

Результаты эксперимента позволили установить, что видовая принадлежность определяет количественный уровень пигментов в хвое. Кроме того, на содержание хлорофиллов и каротиноидов большое влияние оказывает степень адаптации растения к новым экологическим условиям. Это обстоятельство особенно актуально для растений-интродуцентов. Сравнительный анализ уровня пигментов и соотношение фотосинтетических пигментов по видам растений представлены в табл.

Таблица

Среднегодовое количество пигментов и их соотношение в хвое

Вид	Содержание пигментов мг/г сырого веса				Отношение	
	хл. <i>a</i>	хл. <i>b</i>	кароти- ноиды	сумма пигментов	хл. <i>a</i> +хл. <i>b</i> / кароти- ноиды	хл. <i>a</i> / хл. <i>b</i>
Сосна корейская *	0,83±0,03	0,37±0,04	0,29±0,02	1,49±0,05	4,14	2,24
Сосна сибирская	0,82±0,07	0,36±0,03	0,27±0,01	1,45±0,11	4,37	2,28
Сосна веймутова	0,50±0,06	0,22±0,02	0,18±0,01	0,90±0,09	4,00	2,27
Сосна Банкса	0,75±0,04	0,38±0,05	0,28±0,03	1,41±0,10	4,04	1,97
Сосна обыкновенная	0,80±0,11	0,36±0,07	0,26±0,02	1,42±0,19	4,46	2,22
Пихта белокорая *	0,84±0,08	0,39±0,03	0,25±0,02	1,48±0,10	4,92	2,15
Пихта сахалинская	0,74±0,06	0,35±0,01	0,21±0,02	1,30±0,05	5,19	2,11
Ель аянская *	1,02±0,04	0,50±0,05	0,28±0,01	1,80±0,10	5,43	2,04
Ель колючая	0,99±0,03	0,51±0,04	0,28±0,01	1,78±0,05	5,36	1,94
Ель корейская *	0,92±0,04	0,46±0,02	0,27±0,01	1,65±0,07	5,11	2,00
Ель обыкновенная	0,72±0,04	0,33±0,03	0,21±0,01	1,26±0,08	5,00	2,18
Ель сибирская	0,58±0,03	0,21±0,05	0,19±0,02	0,98±0,10	4,16	2,76
Ель гималайская	0,95±0,06	0,45±0,04	0,26±0,02	1,66±0,12	5,38	2,11
Ель Энгельмана	0,73±0,02	0,41±0,04	0,24±0,01	1,41±0,07	4,88	1,85
Ель шероховатая	0,83±0,03	0,43±0,01	0,25±0,01	1,51±0,05	5,04	1,93
Ель Мейера	0,86±0,04	0,46±0,01	0,26±0,01	1,58±0,05	5,08	1,87
Можжевельник твердый *	1,27±0,06	0,65±0,05	0,30±0,05	2,22±0,16	6,40	1,95
Можжевельник полушаровидный	0,83±0,02	0,37±0,03	0,22±0,02	1,42±0,07	5,45	2,24
Можжевельник китайский	0,96±0,06	0,45±0,07	0,25±0,03	1,66±0,16	5,64	2,13
Кипарисовник Лавсона	1,05±0,03	0,50±0,03	0,28±0,02	1,83±0,08	5,54	2,10
Туя западная	0,92±0,04	0,44±0,05	0,27±0,04	1,63±0,13	5,04	2,09
Микробиота перекрестнопарная *	0,78±0,02	0,38±0,01	0,22±0,03	1,38±0,05	5,27	2,05
Тис остроконечный *	1,18±0,05	0,54±0,07	0,29±0,02	2,01±0,14	5,93	2,19
Тис остроконечный ф. низкий	1,15±0,08	0,53±0,06	0,30±0,03	1,98±0,15	5,60	2,16

* дальневосточные виды растений.

Исследования позволили выявить заметные различия в накоплении хлорофиллов и каротиноидов у четырех видов интродуцированных сосен, в отличие от местного вида – сосны корейской. По содержанию фотосинтетических пигментов дальневосточный вид опережает (в 1,02–1,67 раза) интродуцентов. Как видно из табл., хвоя сосны сибирской содержит большее количество пигментов (1,45 мг/г сырого веса), чем хвоя с. Банка и с. Веймутова. Установлено, что основные показатели работы фотосинтетического аппарата сосны сибирской очень близки к показателям фоновой сосны корейской, что свидетельствует о потенциальной способности инорайонного вида к акклиматизации в условиях дендрария Горнотаежной станции [4].

Согласно полученным данным, некоторые интродуцированные виды елей по основным показателям пигментного комплекса не только не уступают, но и превосходят местные виды. Так, содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое ели колючей (1,78 мг/г) приблизительно такое, как у ели аянской (1,80 мг/г) и превышает количество пигментов у местного вида – ели корейской (1,65 мг/г). Аналогичная ситуация складывается с содержанием пигментов у ели гималайской (1,66 мг/г) и ели корейской (1,65 мг/г).

Наибольшими в течение года концентрациями фотосинтетических пигментов характеризовалась хвоя аборигенного вида пихты белокорой (1,48 мг/г) в сравнении с интродуцентом – пихтой сахалинской (1,30 мг/г).

Установлено, что интродуцированные виды можжевельников накапливают меньшее количество фотосинтетических пигментов, фоновым выступает можжевельник твердый (в 1,5 раза). По концентрации пигментов в хвое можжевельники располагаются в следующем порядке по мере убывания: м. твердый → м. китайский → м. полушаровидный.

Одним из информативных показателей, характеризующих работу фотосинтетического аппарата, является отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*. Связано оно с активностью «главного» хлорофилла *a*, чем оно больше, тем интенсивнее фотосинтез. В норме этот показатель должен соответствовать 2,0–3,0. В ходе исследования стабильность в работе фотосинтетического аппарата наблюдалась у 18 видов, из них тенденция к оптимальному функционированию фотосинтетического комплекса отмечена у 12 интродуцентов.

Отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам ($a+b$ /каротиноиды) играет не менее важную роль при характеристике работы фотосинтетического аппарата. Это соотношение в норме стабильно и очень чутко реагирует на изменения различных факторов среды. В целом, приведенные данные (табл.) свидетельствуют о сходстве в характере формирования хлорофиллов и каротиноидов в хвое дальневосточных и интродуцируемых видов.

Адаптация растений к экстремальным воздействиям среды – сложный комплекс процессов, координируемых системой саморегуляции организма. Интродуценты, попадая в новые климатические условия, приспосабливаются к окружающей среде с помощью тех же механизмов, которые присущи родственным им аборигенам [5].

На основе полученных экспериментальных данных выявлены различия в содержании хлорофиллов и каротиноидов у местных пород и интродуцентов, произрастающих в дендрарии Горнотаежной станции. По разнице в суммарном накоплении пигментов некоторые интродуцированные виды – ель колючая и ель гималайская – содержат большее количество пигментов хвои, чем фоновая ель корейская.

К настоящему времени исследованные инорайонные виды ели прошли длительную адаптацию в течение 40 лет и по уровню активности фотосинтетического аппарата не уступают, а даже превосходят местный вид.

Таким образом, согласно полученным результатам анализ содержания фотосинтетических пигментов может являться показателем степени адаптации ассимиляционного аппарата интродуцированных видов хвойных к новым для них условиям местообитания.

1. Тужилкина, В.В. Реакция пигментной системы хвойных на длительное аэротехногенное загрязнение / В.В. Тужилкина // Экология. – 2009. – № 4. – С. 243–248.

2. Чернышев, В.Д. Принципы адаптации живых организмов / В.Д. Чернышев. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 383 с.

3. Шлык, А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений / А.А. Шлык. – М.: Наука, 1971. – С. 154–170.

4. Титова, М.С. Пигментный состав хвои у аборигенных и интродуцированных видов *Picea A. Dietr* / М.С. Титова // Научное обозрение. – 2013. – № 9. – С. 50–53.

5. Шуляковская, Т.А. Динамика изоферментного состава пероксидазы и содержания пигментов в хвое видов *Picea A. Dietr.*, интродуцированных в Карелию [Электронный ресурс] / Т.А. Шуляковская, М.К. Ильинова, И.Т. Кищенко, М.Н. Потапова. Режим доступа: <http://hortus.karelia.ru/bgm/hb.htm>

1.10. Создание плантаций маакии амурской (*Maackia amurensis* Rupr. Et Maxim.) в естественных и культурных фитоценозах

В.А. Полещук, Л.И. Моисеенко

Developing of plantations of developing of plantations of *Maackia amurensis* Rupr. Et Maxim. in natural and artificial habitats

V.A.Poleschuk, L.I. Moiseenko

Maackia amurensis has been under the attention of pharmacologists and biochemists over the last few years. A flavonoid «substance» «Maksar» that has a hepatoprotective properties has been developed using the heartwood of *Maackia amurensis*. Because of low numbers, this species does not «create» independent formations or types of forests. A number of actions have been proposed, including the development of artificial and natural plantations of Amur *Maackia* for the future needs of pharmacological industry.

В последние годы маакия амурская является объектом внимания фармакологов и биохимиков, так как в тканях ее коры найдены алкалоиды, возбуждающие нервную систему и стимулирующие дыхание. В Тихоокеанском институте биорганической химии (ТИБОХ ДВО РАН) из сырья маакии амурской выделены эффективные гепатопротекторные вещества. Исследования химических

и фармакологических свойств экстрактов из ядровой древесины мааки амурской позволили получить полифенольный препарат «Максар», обладающий гепатопротекторным действием [1]. Препарат обладает высокой терапевтической эффективностью при экспериментальном остром и хроническом гепатитах [2], по клинической эффективности превосходит карсил [3]. Исследован состав хинолизидиновых алкалоидов молодых побегов, которые можно выделять из коры стволов и ветвей при производстве препарата «Максар» [4]. Полифенольный комплекс из древесины эффективно предотвращает функционально-деструктивные изменения в легких при радиационном поражении [5]. Экстракты из листьев проявляют в эксперименте антиалкогольный эффект. В плане поиска новых лекарственных препаратов изучен элементный состав листьев, настоек из листьев и ядровой древесины мааки амурской [6].

В результате многолетних исследований лесоводственных свойств и особенностей мааки амурской было отмечено, что этот вид не образует самостоятельных лесных формаций и типов леса вследствие небольших запасов, как по числу стволов, так и по биомассе [7]. На большей части ареала маакия растет, главным образом, в кедрово-широколиственной, ясенево-ильмовой и дубовой формациях в свежих, влажных и сырых лесорастительных условиях. Участвуя при этом в составе до 2–4 единиц по запасу, главным образом, второго яруса древостоев. Несмотря на значительные площади этих лесов, запасы её невелики, что в конечном итоге необходимо будет учитывать при последующей заготовке биомассы для производства лекарственных препаратов. На наш взгляд, в настоящее время достаточно своевременным и перспективным направлением является создание искусственных и естественных плантаций мааки амурской для будущего обеспечения потребностей фармацевтической промышленности.

Успешное выращивание растений в искусственных и естественных фитоценозах непосредственным образом зависит от климатических, эдафических и орографических факторов среды, оказывающих существенное влияние на их рост и развитие. При подборе участков под естественные и искусственные плантации необходимо учитывать лесоводственно-экологические свойства и особенности культивируемых древесных видов.

Начало вегетации у мааки наступает значительно позднее, чем у многих других растений Дальнего Востока, что предохраняет ее от повреждения поздневесенними заморозками. За время выращивания сеянцев и саженцев в питомнике Горнотаежной станции ДВО РАН случаев обмерзания молодых побегов мы не наблюдали, что позволяет считать ее достаточно морозостойким и заморозкоустойчивым видом [8].

По отношению к влаге маакию можно отнести к группе мезогигрофитных видов. В процессе выращивания сеянцев выявлено, что для получения качественного посадочного материала оптимальной влажностью почвы можно считать 90–100% от полной влагоемкости почвы (ПВ). В то же время, снижение увлажнения до 50–60% от ПВ оказывает отрицательное влияние на все биометрические параметры сеянцев [9].

В результате продолжительной засухи у мааки амурской может наблюдаться преждевременное пожелтение листьев, что, в свою очередь, свидетельствует о ее достаточно высокой потребности во влажности воздуха.

Условия произрастания и влажности отражаются на габитусе мааки амурской, растущей в разных орографических условиях. Участвуя в слож-

нии древостоев, она имеет при этом разную интенсивность роста и продуктивность, зависящую от общих физико-географических условий, определяющих гидроклиматический режим почвы и воздуха. В то же время роль конкретного рельефа весьма велика в распространении и развитии маакии амурской. На южных склонах данный вид встречается очень редко, в основном в качестве подлеска, образуя при этом кустообразную форму. Главным фактором, препятствующим росту и ее распространению на склонах южной экспозиции, является недостаток влаги, маломощность и скелетность почвогрунта, резкие амплитуды температуры воздуха и почвы, низкая влажность воздуха и т.д. На склонах северо-восточной и северо-западной ориентации по мере улучшения гидрологического режима в сторону его увлажнения доля участия маакии амурской в сложении ценозов возрастает, улучшаются ее лесоводственно-таксационные показатели (темпы роста по высоте, диаметру, объему и т.д.) [8].

Тем самым, в условиях благоприятного водного режима маакия амурская хорошо растет и развивается, особенно на плодородных и дренированных почвах, что было учтено нами при создании культур и реконструкции малоценных древостоев. В процессе исследований было выявлено, что при введении маакии амурской под полог высокополнотных древостоев лесокультурные площадки желательно приурочивать к окнам древостоев. Оптимальными условиями для создания естественных плантаций маакии, по нашим наблюдениям, являются леса с полнотой древостоя 0,3–0,5, произрастающими в нижних и средних частях склонов преимущественно северо-восточной ориентации, где более благоприятный гидрологический режим почвы и воздуха. В естественных экотопах маакия амурская в той или иной степени обеспечена влагой, поэтому основным фактором её роста и развития является световой режим. Реакция на освещенность не является величиной строго постоянной и меняется в процессе онтогенеза. В молодом возрасте (5–10 лет) маакия является достаточно теневыносливым видом. Об этом свидетельствует её успешное возобновление в высокосомкнутых древостоях с развитым кустарниково-травянистым пологом. С увеличением возраста у неё возрастает потребность в свете, на освещенных местах она развивается лучше, чем в затенении и дает больший прирост по высоте и диаметру, что было отмечено нами при анализе хода роста в различных типах леса.

В целях повышения участия в составе древостоев маакии амурской необходимо проведение основных лесохозяйственных мероприятий, которые включают в себя рубки ухода, санитарные рубки, меры содействия естественному возобновлению и т.д. Немаловажное значение при создании естественных плантаций в фитоценозах с участием маакии имеют прочистки и прореживания как мера ухода за составом древостоя и формой ствола. При проведении рубок ухода прежде всего удаляют деревья, затеняющие её сверху, оставляя в виде подгона отставшие в росте теневыносливые хвойные и ценные лиственные породы. Санитарные рубки следует проводить в древостоях, расстроенных рубками и пожарами. В рубку отводить только усыхающие деревья и те, которые прекратили свою семенную деятельность. Общая полнота древостоя после рубки должна быть не менее 0,4–0,5.

Таким образом, своевременное и качественное проведение рекомендуемых мероприятий будет способствовать повышению продуктивности естественных плантаций с участием в их составе маакии амурской и тем самым

позволит сохранить и улучшить генофонд этого ценного во всех отношениях вида.

Искусственные плантации хозяйственно ценных древесно-кустарниковых видов создаются с расчетом на ускоренное выращивание заданных сортиментов древесины. Максимальное накопление прироста может быть обеспечено за счет редкого размещения саженцев, чтобы длительное время исключалась конкуренция между растениями.

При создании плантаций предпочтительно использовать прямоугольный метод посадки, обеспечивающий равномерную площадь питания и длительные механизированные уходы в двух перпендикулярных направлениях. Равномерное размещение способствует формированию хорошей кроны и корневой системы у высаженных растений. Напротив, в рядовых посадках (особенно в загущенных) развитие у них происходит односторонне в сторону междурядий, что в конечном итоге приводит к снижению прироста биомассы на единицу площади.

Создание плантаций и успешное их функционирование в дальнейшем возможно лишь при использовании качественного посадочного материала, выращенного с учетом лесоводственно-экологических свойств и особенностей культивируемых растений.

Плодоношение у мааки амурской завершается в третьей декаде сентября. Бобы в массовом количестве держатся всю зиму, единично – до следующей вегетации. Однако при созревании часть плодов могут растрескиваться, а семена разбрасываться. Поэтому для более полного сбора семян бобы целесообразно собирать в сентябре, когда они имеют желтую, а семена светло-коричневую окраску. В одном килограмме содержится от 16 до 25 тыс. семян. Средний вес 1000 шт. от 55 до 75 г.

При осеннем посеве семенам мааки амурской не требуется подготовка. Для весеннего посева семена можно стратифицировать в песке. Для этого их смешивают с чистым влажным песком в пропорции 1:2. Ящик с семенами помещают в хранилище при температуре 0–5°C. Хорошие результаты получаются и при снеговании. В начале марта на дно ящиков набивают снег слоем 5–10 см, на который укладывают семена в марлевых мешочках, затем их засыпают снегом слоем 10–15 см. Ящики с семенами до посева помещают в хранилище с температурой около 0°C. Длительность стратификации и снегования семян 30–60 дней. При отсутствии времени для стратификации семена можно скарифицировать. Для этого на 30 с их опускают в воду с температурой 80°C, после чего охлаждают. Эту операцию повторяют 3–5 раз.

Положительные результаты получены при посеве семян осенью перед замерзанием почвы в последней декаде октября с мульчированием лесной почвой и при посеве ранней весной (вторая декада апреля) в варианте с мульчированием торфом. Сеянцы осеннего посева появляются на 10–15 дней раньше и растут несколько быстрее, чем сеянцы весеннего посева. Выявлено, что лучше всего семена высевать в борозды глубиной до 5 см. Дружные всходы оптимальной густоты при таком посеве получены в варианте с нормой посева 4 г на 1 пог. м бороздки при посеве семян на глубину 3 см. Более мелко заделанные семена при поливах вымываются водой.

Большое значение на рост сеянцев мааки амурской имеет минеральное питание и влажность почвы. Эффект от подкормок минеральными удобрениями зависит не только от агротехники выращивания растений в питомнике, но и от метеоусловий, которые вносят большие коррективы при опре-

делении доз и сроков внесения макроэлементов в почву. Наиболее оптимальным условием для успешного роста и развития однолетних семян мааки амурской является внесение в почву полного минерального удобрения $N_{50}P_{100}K_{50}$. При ее выращивании решающим фактором, наряду с важностью минеральных удобрений, выступает определенный режим влажности почвы. Так, в условиях Южного Приморья для получения качественного посадочного материала оптимальной влажностью почвы следует считать 90–100% от полной влагоемкости почвы. В то же время снижение влажности до 50–60% отрицательно влияет на рост семян.

Полученные данные по выращиванию лесных культур мааки амурской показывают, что этот вид отличается хорошим ростом в посадках на открытых площадях, расположенных на свежих дерново-аллювиальных, достаточно дренированных почвах. В этих условиях выращивания она имеет высокий процент приживаемости и характеризуется хорошим ежегодным средним приростом в высоту до 45 см. В пятилетнем возрасте отдельные экземпляры мааки начинают цвести и плодоносить.

Проведена сравнительная характеристика содержания экстрактивных веществ (ЭВ) в древесине и листьях мааки амурской, произрастающей в естественных и искусственных фитоценозах. Сумма ЭВ в древесине в обоих случаях одинакова – $12,01 \pm 0,032\%$. В листьях, собранных под пологом леса, содержание ЭВ на 1,8% меньше, чем в искусственных условиях – $28,62 \pm 0,056$ и $30,42 \pm 0,0635\%$ соответственно (рис.).

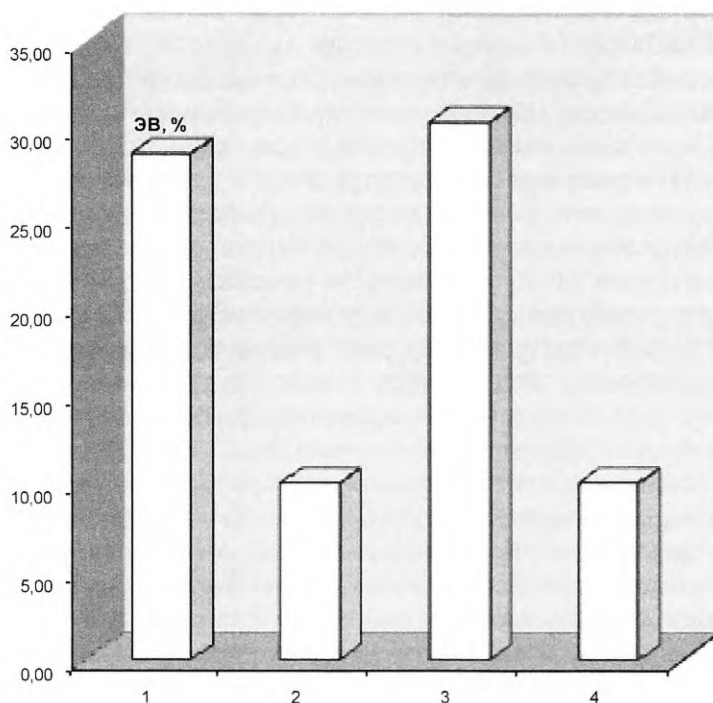


Рис. Содержание экстрактивных веществ в листьях и древесине мааки амурской (%).

- 1 – листья (естественный фитоценоз); 2 – древесина (естественный фитоценоз);
3 – листья (искусственный фитоценоз); 4 – древесина (искусственный фитоценоз)

Многолетний опыт выращивания мааки амурской в питомнике и лесных культурах позволяет сделать вывод о том, что разведение этого интересного вида вполне возможно в пределах естественного распространения. Для успешного выращивания мааки амурской в засушливых природно-климатических районах необходимым условием агротехники является достаточная обеспеченность влагой корнеобитаемого слоя.

1. Федореев, С.А. Препарат максар из дальневосточного растения мааки амурской / С.А. Федореев, Н.И. Кулеш, Л.И. Глебко [и др.] // Хим.-фарм. журнал. – 2004. – Т. 38. № 11.
2. Максимов, О.Б. Биологически активные вещества *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. и перспективы использования этого вида в медицине / О.Б. Максимов, Н.И. Кулеш, П.Г. Горовой // Растительные ресурсы. – 1992. – Т. 28, вып. 3. – С. 157–163.
3. Зориков, П.С. Поиски растений антиалкогольного действия / П.С. Зориков, Н.И. Мартынова, Г.Г. Трегубова // Новые лекарственные препараты Сибири и Дальнего Востока. – Томск, 1986 – С. 63–65.
4. Венгеровский, А.И. Влияние гепатопротекторов растительного происхождения на эффекты преднизолона при экспериментальном токсическом гепатите / А.И. Венгеровский, М.Ю. Коваленко, А.Г. Арбузов, Е.Л. Головина, В.С. Чучалин, Н.В. Соснина, Э.В. Сапрыкина, С.А. Федореев // Раст. ресурсы. – 1998. – Т. 34, вып. 3. – С. 91–96.
5. Молчанова, А.И. Хинолизидиновые алкалоиды молодых побегов *Maackia amurensis* (Fabaceae) / А.И. Молчанова, Л.И. Соколова, П.Г. Горовой [и др.] // Растительные ресурсы. – 2004. – Т. 40, вып. 4. – С. 66–73.
6. Моисеенко, Л.И. Изучение элементного состава листьев, настоек из листьев и ядровой древесины *Maackia amurensis* (сем. Fabaceae) / Л.И. Моисеенко, П.С.Зориков, О.Г. Зорикова // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сб. науч. тр.– Владивосток: Дальприбор, 2008. Вып. 11. – С. 222–227.
7. Палагина, М.В. Биологическая активность экстракта из ядровой древесины *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. в коррекции радиационного повреждения сурфактанта легких крыс / М.В. Палагина, Г.Н. Бездетко, Л.И. Моисеенко // Растительные ресурсы. – 2000. – Т. 4. – С. 78–82.
8. Полещук, В.А. Участие мааки амурской в сложении фитоценозов Приморского края / В.А. Полещук // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сб. науч. тр.– Владивосток: ДВО РАН, 2002. Вып. 8. – С. 238–266.
9. Полещук, В.А. Отношение мааки амурской к эдафическим и климатическим факторам среды / В.А. Полещук // Биологические исследования на Горнотаежной станции: сб. науч. тр.– Владивосток: ДВО РАН, 1999. Вып. 6. – С. 123–131.
10. Полещук, В.А. Влияние макроудобрений и режимов увлажнения почвы на рост сеянцев мааки амурской / В.А. Полещук // Лесоведение. – 2008. – № 1. – С. 70–74.

1.11. Экологические аспекты в ботаническом ресурсоведении (изучение *Patrinia rupestris*)

О.Г. Зорикова, П.С. Зориков

Ecological aspects in botanical resource study (investigation of *Patrinia rupestris*)

O.G. Zorikova, P.S. Zorikov

The research is aimed at finding ecotops the conditions conducive to the maximum accumulation of bioactive substances in the raw material of P. rupestris. Comparative phytochemical analysis of the raw material of 4 typical habitat conditions of Primorye Territory showed, that the maximum content of physiologically digestible compounds typical for the wooded cliffs.

К настоящему времени многие специалисты приходят к выводу, что экономический рост и улучшение жизни людей во многом достигнуты за счет истощения природных ресурсов и деградации регуляторных функций экосистем [1]. Отсюда возникает проблема между возрастающим использованием биологических ресурсов и поддержанием их средообразующих функций.

По данным «Международного союза охраны природы и природных ресурсов», в мире из 300 тысяч высших растений лишь 1% исследован на предмет практического применения, при этом под угрозой исчезновения находится около 30 тысяч, т.е. 10% [2]. В связи с этим в современной концепции использования биологических ресурсов уделяется большое внимание необходимости контроля за состоянием сообществ и видов, имеющих важное хозяйственное значение, что, в свою очередь, вызывает необходимость обеспечения неистощительного ресурсного использования потребительской флоры.

В современных урбанистических и социально-психологических условиях существования человека уже возникла острая необходимость дополнительного использования безвредных полифункциональных биологически активных веществ природного происхождения. Известные в мировой практике промышленные химически синтезированные биологически активные вещества, будучи ксенобиотиками, не всегда способны обеспечить требуемую безопасность для человека. Природные растительные ресурсы свободны от подобной опасности. Считается доказанным, что растительные препараты незаменимы в случаях хронически протекающих или медленно развивающихся заболеваний. Эксперты Всемирной организации здравоохранения и Европейского совета считают, что, несмотря на успехи синтетической химии, в настоящий момент весьма целесообразна реализация программ по разработке и производству эффективных и безопасных лекарственных средств на основе опыта традиционной (народной) медицины мира [3].

При этом необходимо учитывать, что интенсивный сбор растений в дикой природе представляет опасность для сохранения биоразнообразия видов, а плантационное выращивание часто нерентабельно, поскольку качество получаемого сырья может существенно отличаться от дикорастущего. Отсюда возобновление и сохранение источников биологически активных веществ

растительного происхождения является существенной проблемой, решение которой связывают как с поиском и изучением новых видов лекарственных растений, так и расширением внутривидовых и внутривидовых исследований.

Кроме прикладного аспекта, изучение ресурсных характеристик позволяет определить диапазон изменчивости растительных структур и их пластичности как адаптационной реакции растений в естественных условиях. Эти данные могут служить оценке биологического разнообразия не только с позиции количества видов, но и морфофизиологической их вариативности.

Природные растительные ресурсы, будучи носителями физиологически активных веществ, играют значительную средообразующую роль. Некоторые растительные метаболиты проявляют аллелохимическую активность, позволяя растению воздействовать на формирование фитоценоза. Изучение свойств, динамики накопления и распределения веществ имеет не только фундаментальное, но и практическое значение для оценки возможности использования видов в растениеводстве, медицине и пищевой промышленности.

В настоящее время наблюдается высокий спрос на препараты, оказывающие мягкое действие на нервную систему, которые лидируют на отечественном и мировом рынках, занимая ведущие позиции как в денежном, так и в количественном выражении. В «Концепции государственной политики в области здорового питания» придается большое значение натуральным биокорректорам растительного происхождения, обладающим полифункциональными свойствами [4]. В связи с чем возникла необходимость разработки стратегии неистощительного использования растительных ресурсов, учитывающей спрос как на уже известные виды лекарственных растений, так и на виды, вовлекаемые в ресурсное использование. При разработке этой стратегии в ее основу должны быть положены, наряду с нормированием заготовок конкретных лекарственных видов, исследования, направленные на поиск экотопов с условиями, способствующими максимальному накоплению целевых веществ.

Лабораторией лекарственных растений ГТС ДВО РАН и МНОЦ «Растительные ресурсы» с начала 2000-х гг. ведется изучение рода *Patrinia* Juss., который хорошо известен своими целебными свойствами в странах Дальнего Востока. В Республике Корея *P. scabiosifolia* Fish.ex Link. является фармакопейным видом, тогда как востребованная в Европе и России валериана используется значительно меньше.

На Дальнем Востоке России обитают 4 вида рода *Patrinia*: *P. scabiosifolia*, *P. rupestris* (Pall) Duf., *P. sibirica* (L.) Juss. и *P. gibbosa* Maxim., из них ресурсозначащими, по мнению А.И. Шретера (1975), обозначены скабиозолистная и скальная. В настоящее время нами активно ведется изучение *P. rupestris*.

В серии экспериментов была установлена достоверная биологическая активность *P. rupestris*.

При тестировании поведенческих реакций лабораторных животных на фоне эмоционального стресса (ЭС) в «открытом поле» выявлено седативное действие сухого экстракта *P. rupestris* (СЭПС), сравнимое с эффектом препарата сравнения – таблетированного сухого экстракта валерианы (СЭВЛ) (табл.).

Таблица

Действие сухого экстракта *P. rupestris* в сочетании с эмоциональным стрессом (ЭС) на этологические реакции в «открытом поле»

Показатели ДА	Группы животных			
	Контроль	ЭС	ЭС+СЭПС	ЭС+СЭВЛ
Пробежки	19,7±0,05	16,9 ± 0,02	21,4±0,08	20,6 ± 0,08
Переходы	6,4±0,02	1,9 ± 0,08*	6,7±0,04**	4,5±0,03**
Лунки	7,4±0,04	0,7 ± 0,04*	7,3 ± 0,08**	6,9±0,04**
Стойки	5,4±0,05	1,2 ± 0,03*	5,5± 0,03**	5,3±0,02**
Груминг	5,7±0,02	12,1 ± 0,05*	6,1±0,03**	5,8±0,07**
Дефекация	1,9±0,04	3,8 ± 0,05*	1,5±0,02**	1,5±0,10**
ОДА, акты	46,5	36,6	48,5	44,6

* $p < 0,005$ по сравнению с группой контроль; ** $p < 0,005$ по сравнению с группой ЭС.

В результате воздействия эмоционального стресса общая двигательная активность (ОДА) снизилась в сравнении с контролем (нормой) на 21,3%, применение сухих экстрактов как экспериментального СЭПС, так и промышленного СЭВЛ приводило количество двигательных актов к норме, показатели возрастали на 32,52 и 21,86% соответственно.

Анализ структуры поведенческих реакций показал, что в группе ЭС достоверно снижалось количество элементов поведения, отражающих исследовательскую активность животных: переходов из сектора в сектор – на 70,31%, заглядывания в лунки – на 90,54%, вертикальных стоек без опоры – на 77,78%. Одновременно наблюдали увеличение в 2 и более раза таких актов, как дефекации и груминг, которые отражают возрастание тревожности и эмоционального угнетения животных.

Применение сухих экстрактов на фоне ЭС, нормализовало паттерн поведения животных, приближая показатели к контролю.

При этом в случае использования препарата *P. rupestris* (СЭПС) в общем пуле двигательных актов возрастает количество переходов на 48% в сравнении с препаратом валерианы (СЭВЛ), что свидетельствует о присутствии анксиолитического эффекта.

Для подтверждения этого вида активности применили тест «подвешенный крестообразный лабиринт». Рассчитывали индексы тревожности по количеству выходов и времени пребывания в открытых рукавах (рис. 1).

Соотношение показателя индекса и собственно уровня тревожности животных выражается обратной пропорцией, то есть чем выше показатели индексов, тем ниже уровень тревожности исследуемого объекта, и наоборот. Как можно видеть на рис. 1, в ПКЛ животные группы сочетанного действия эмоционального стресса и сухого экстракта *P. rupestris* успешно преодолевали действие стрессора. Наблюдается достоверное увеличение индексов тревожности, что свидетельствует о нормализации психосоматического состояния животных и о наличии у препарата выраженного анксиолитического эффекта.

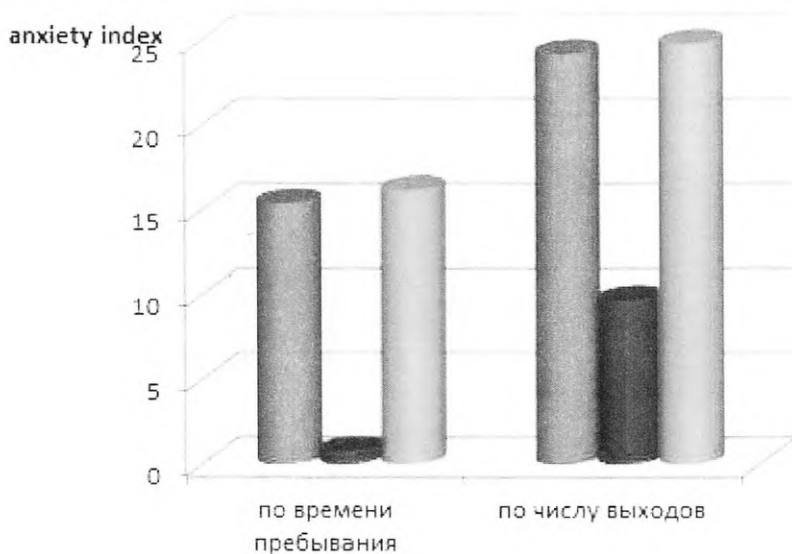


Рис. 1. Сочетанное действие СЭПС и эмоционального стресса на индекс тревожности в ПКЛ

Следующим этапом исследования было качественное и количественное изучение ресурса.

P. rupestris травянистый многолетник, светолюбивый мезоксерофит произрастает на скальных и каменистых речных и морских берегах, залесенных и открытых материковых скалах. Скально-каменистые местообитания – обычный компонент ландшафта, поэтому в пределах района исследований скальные экотопы встречаются достаточно часто. Для них характерны небольшие размеры, локальность и разрозненность. От состава и строения горной породы, крутизны склона зависят влагопоступление и гумусонакопление, скорость выветривания и разрушения горной породы, что определяет морфологию и динамику поверхности скального экотопа, влияет на условия существования и соответственно метаболизм растений в его пределах.

Отсюда возникла необходимость сравнения фитохимических характеристик сырья *P. rupestris* из различных экотопов. Пробы сырья отбирали из следующих местообитаний: 1 – лесистые скалы; 2 – открытая материковая скальная осыпь; 3 – речные скальные берега; 4 – морские прибрежные скалы.

Результаты, отображенные на рис. 2, показывают, что условия существования в экотопах за № 1 и 2, т.е. лесистые скалы и открытая скальная осыпь, оптимальны для накопления водорастворимых биологически усвояемых метаболитов – низкомолекулярных полисахаридов (рис. 2 а, б) и полифенолов (рис. 2 с), тогда как в условиях предлагаемых экотопами 3 и 4, а именно береговых скалах, количественно преобладают нерастворимые полисахариды (рис. 2 d), что, возможно, объясняется постоянными сильными ветрами, которые стимулируют развитие проводящих соединительных тканей и соответственно количественное увеличение высокомолекулярных полисахаридов.

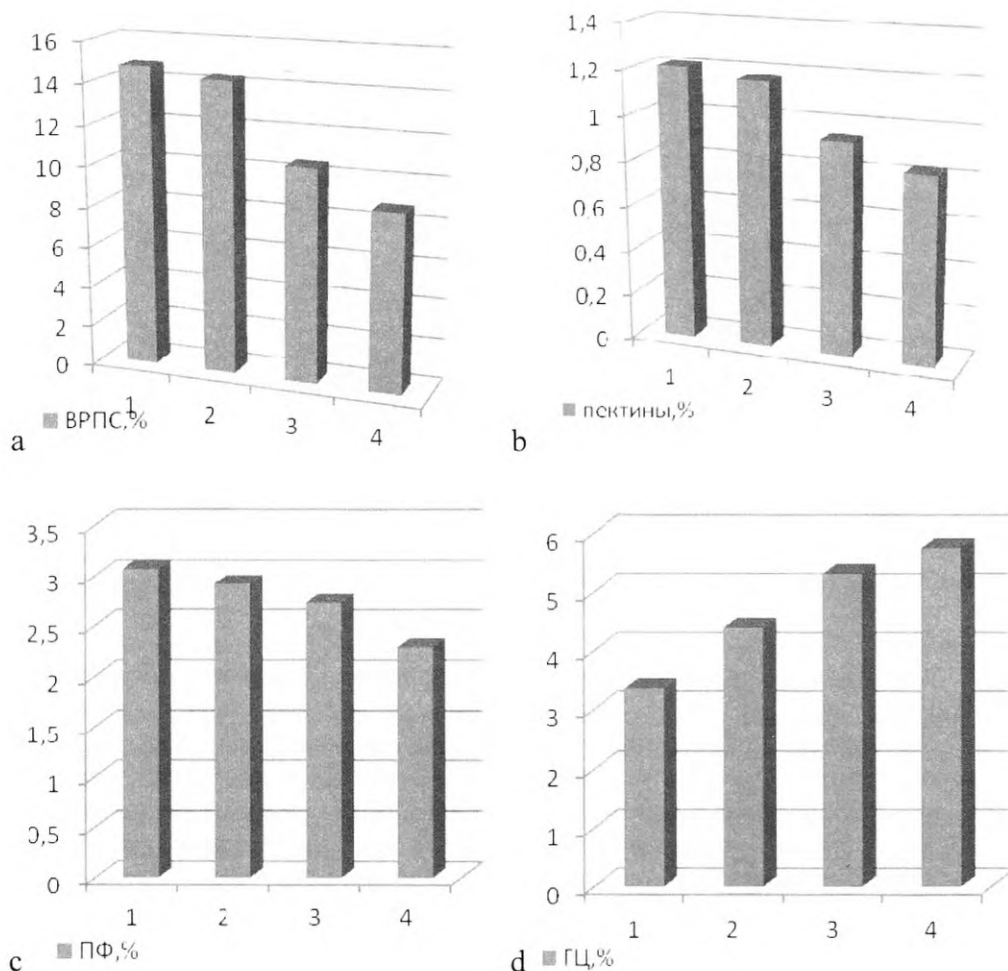
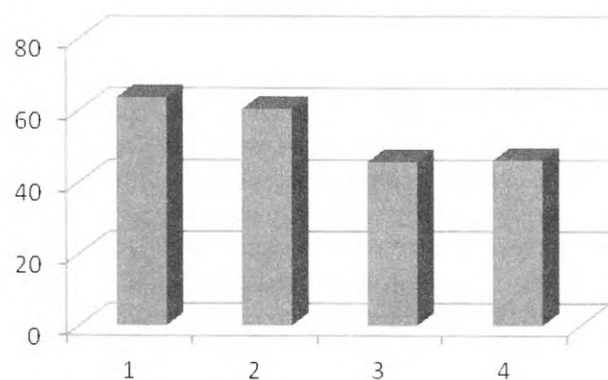


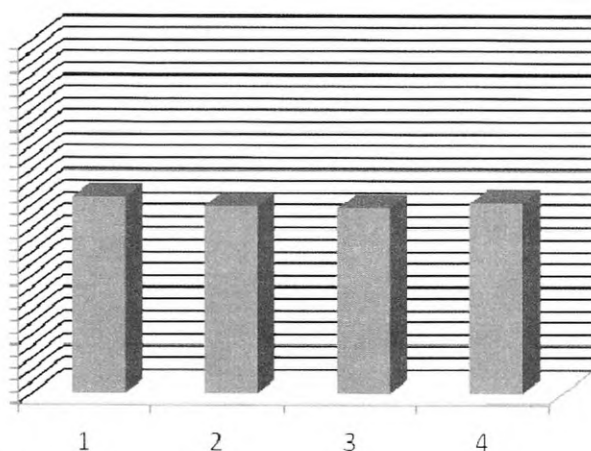
Рис. 2. Фитохимические показатели сырья *P. rupestris* из различных экотопов:
1 – лесистые скалы; 2 – открытые материковые скалы; 3 – скальные речные берега;
4 – скальные морские берега

На рисунке 3 отображены некоторые показатели биомассы *P. rupestris* в вышеуказанных экотопах, где наблюдаем для первых двух превосходство надземной биомассы в среднем на 35% над надземной биомассой береговых биотопов (рис. 3 а). При этом показатель биомассы корня имеет приблизительно равные значения (рис. 3 б). Расчет доли корневой массы в исследуемых экотопах показал, что при близости абсолютных значений в экотопах 3 и 4 наблюдается некоторое перераспределение массы в пользу корневой системы (рис. 3 с), что предположительно также объясняется ветровой нагрузкой и необходимостью закрепления растения.



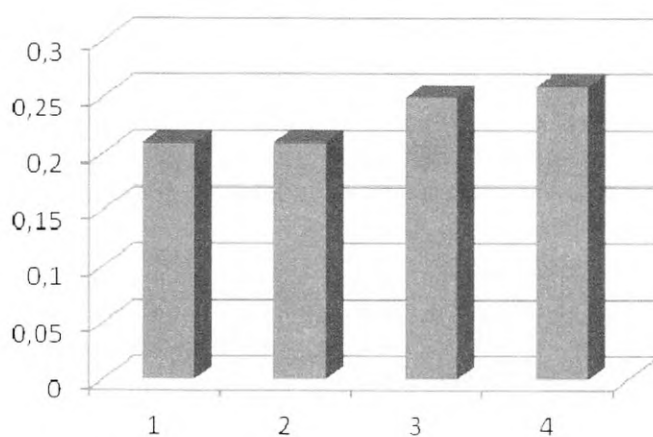
■ Биомасса надземной части, г

а



■ Биомасса корня, г

б



■ RWR, г/г

с

Рис. 3. Морфометрические показатели сырья *P. rupestris* из различных экотопов (см. примечание к рис. 2)

Таким образом, проведенные исследования показали седативный и анксиолитический эффекты сухого экстракта патринии скальной. Выявлена неоднородность сырья в различных экотопах, которая проявляется как биометрически, так и фитохимически. Показано, что в условиях береговых (морских и речных) скальных местообитаний происходит перераспределение массы растения в пользу корневой массы. Физиологически усвояемые низкомолекулярные метаболиты больше накапливаются в условиях лесистых и открытых материковых скал. В связи с этим представляется необходимым введение в «Методические указания по сбору растительного сырья» рекомендаций по типу экотопов для преимущественной эксплуатации.

1. Экология человека в изменяющемся мире / колл. авторов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – С. 506–530.
2. Жученко, А.А. Срдоулучшающие фитотехнологии в северных мегаполисах / А.А. Жученко, А.И. Турханов. – М.: КРАСАНД, 2009. – 192 с.
3. Донцов, В.И. Медицина антистарения: Фундаментальные основы / В.И. Донцов, В.Н. Крутько, А.И. Труханов. – М.: КРАСАНД, 2010. – С. 411–591.
4. Козлов, А.И. Пища людей / А.И. Козлов. – Фрязино: Век 2, 2005. – 272 с.
5. Шретер, А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока / А.И. Шретер. – М.: Наука, 1975. – 328 с.

1.12. Биохимическая адаптация *Reynoutria japonica* Houtt в условиях урбанистического стресса

А.Ю. Маняхин, П.С. Зориков

Biochemical adaptation of *Reynoutria japonica* Houtt in conditions of urban stress

A.Yu. Manyakhin, P.S. Zorikov

Shows involvement of minor phenolic compounds in providing plant resistance to extreme environmental conditions. Changes in the level of accumulation of polyphenols can be used for comparative characteristics viability of plants, both in the natural habitat, and the introduction conditions.

Понятие «стресс» весьма различно используется во многих областях науки. Впервые в качестве научного термина оно было введено в медицину Селле и вскоре проникло в обиходный язык, в первую очередь, как обозначение неспецифического психического напряжения.

В естественных условиях организмы часто подвергаются воздействию различных биотических и абиотических стрессоров. К ритмически повторяющимся экстремальным условиям среды, например холоду, жаре, засухе, многие организмы приспособились путем периодического изменения активности (впадая в спячку или криптобиоз), что делает их устойчивыми к влиянию стрессоров (толерантность к стрессу).

Понятие «стресс» по отношению к растительным организмам еще нельзя считать окончательно сформировавшимся, но наиболее приемлема, на наш

взгляд, концепция М. Теше, согласно которой стресс – это необычная, ограниченная временем нагрузка, не приводящая к очевидным необратимым последствиям.

Одним из потенциальных сырьевых растений, обладающих лекарственным, ремедиационным и декоративным свойствами, является рейнутрия японская *Reynoutria japonica* Houtt (*Polygonum cuspidatum* Siebold et Zucc.) семейства Гречиховые (*Polygonaceae*).

R. japonica – многолетнее травянистое растение с мощным ветвистым подземным корневищем. Стебли многочисленные, высотой 1-3(5) м, полые, прямостоячие, вверху ветвистые и часто дуговидно изогнутые, внизу обычно с красноватыми пятнами или штрихами.

Систематическое положение и экологическая характеристика рейнутрии японской (*Reynoutria japonica* Houtt)

Стоящая перед систематиками сложная проблема естественных родов в семействе гречишных находит свое решение. После неоднократной постановки вопроса о необходимости пересмотра объема родов *Polygonum* L. и *Rumex* L. Н.Н. Цвелев в 1993 г. публикует вариант естественной системы семейства *Polygonaceae* флоры СССР, принимая «менее крупные, но более естественные роды» [1].

Кл. *Magnoliopsida*, или *Dicotyledones* – Магнолиевидные, или Двудольные

Отд. *Magnoliophyta* – Покрытосеменные

Н/пор. *Polygonanae* – Гречишные

Пор. *Polygonales* – Гречишные

Сем. *Polygonaceae* Juss. – Гречишные

Род *Reynoutria* Houtt. – Рейнутрия

Вид *Reynoutria japonica* Houtt. – Рейнутрия японская [2].

В литературе также встречаются синонимы: *Polygonum cuspidatum* Siebold et Zucc., non Willd. ex Sprengel; *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronce Decr.; *Pleuropterus cuspidatus* (Siebold et Zucc.) H. Gross.

Ареал *Reynoutria japonica* охватывает юг Приморья, Южный Сахалин, Южные Курилы, Японию, Корею, большую часть Китая, Тайвань [3, 4].

В Японии рейнутрия – пионерный вид зарастания вулканических пустынь, произрастающий от уровня моря до высоты 1500 м, который растет также по открытым участкам с обнаженной почвой, вдоль дорог. В Китае рейнутрия растет среди кустарников по горным склонам, долинам и краю полей.

В пределах вторичного ареала *R. japonica* является преимущественно рудеральным растением, произрастающим на пустырях, железнодорожных насыпях, вдоль автомобильных дорог, на сорных местах. В Центральной и Западной Европе, в США отмечено расселение вида по берегам рек и ручьев. В Бельгии ~70% местонахождений рейнутрии приурочено к полосе шириной всего 10 м вдоль автомобильных и железных дорог, а также рек.

На территории России случаи внедрения рейнутрии в прибрежные местообитания пока единичны.

R. japonica является инвазивным растением, по этой причине введение его в культуру требует особой осторожности. Так, отрезок корневища весом 5 г способен к регенерации. Корневище может прорасти с глубины 1 м, а побеги взломать 5 см слой асфальта [5]. При эксперименте в теплице до 25%

весенних зеленых черенков длиной всего 40 мм после 6 дней культивирования давали почки [6].

Химический состав

Флавоноиды являются одним из классов растительных полифенолов, обладающих широким спектром биологического действия. По одной из гипотез, флавоноиды выполняют в растениях роль защитных агентов при различных стрессах, участвуют в предотвращении образования нестабильных радикалов при воздействии УФ-излучения и температурного стресса [7].

Объяснение широкого спектра биологического действия флавоноидов как результата высокой антиоксидантной активности этого класса соединений в некоторой степени объясняет наличие у флавоноидов способности снижать риск развития спонтанных опухолей, их противовоспалительную активность, снижение риска возникновения сердечнососудистых заболеваний при употреблении в пищу богатых полифенолами продуктов [8].

Исследования *R. Japonica*, проведенные в последние годы, показали, что растение содержит большой комплекс фенольных компонентов, в том числе стильбены. Большой интерес в настоящее время вызывает обнаруженный в корнях *R. japonica* резвератрол (3,5,4-тригидроксистильбен), обладающий широкой биологической активностью. Помимо резвератрола, китайскими исследователями из корня растения были выделены пицеид и фураны [9, 10].

Получение экстракта *R. japonica*

Для выявления биохимических стресс-реакций растений нами были получены экстракты рейнутрии японской по следующей схеме.

В качестве сырья для приготовления сухого экстракта служили листья и молодые побеги *R. japonica*, собранные в фазу цветения (23.08.2009) на двух площадках (ЛОС ДВО РАН и ВГУЭС).

Воздушно-сухое растительное сырье измельчали на мельнице для размола сухих проб (ЛЗМ) до размера частиц не более 1 мм. Экстрагирование проводили 70%-м водно-спиртовым раствором при $t = 98^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов. По истечении времени экстракт естественным путем остужали до комнатной температуры и проводили вакуум-фильтрацию. Полученный жидкий экстракт высушивали методом сублимационной сушки (Martin Christ Alpha 1-2 LD, Германия) при температуре -55°C и вакууме 0,007 мбар в течение 40 мин.

Анализ флавоноидов

Содержание флавоноидов (в сумме, по группам, отдельные компоненты) *R. japonica* определяли методом обращеннофазовой ВЭЖХ.

Анализ проводили с использованием ВЭЖХ-системы, состоящей из жидкостного хроматографа Shimadzu LC10VP (Япония), с УФ-спектрофотометрическим детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных. Разделение осуществляли на колонке C18 5 μ , $4,6 \times 250$ мм (Phenomenex Luna) с использованием предколонки C18 (4,0 мм $\times$ 3,0 мм Phenomenex), температура колонки 35°C . Хроматографировали, используя градиентный режим элюирования. Подвижные фазы – А: 0,1% H_3PO_4 , В: ацетонитрил (99,85%). Скорость потока подвижной фазы 1,0 мл/мин.

Биохимические механизмы адаптации *R. japonica* в условиях урбанистической нагрузки

Следующим этапом работы являлось изучение биохимических признаков *R. japonica*. В качестве биохимических параметров были выбраны: общая сумма флавоноидов, содержание мажорных флавоноидов (рутин) и минорных компонентов.

Результаты определения содержания флавоноидов в листьях растений *R. japonica*, произрастающих на загрязненном и фоновом участках, показали, что при сходном качественном составе имеются выраженные различия в их количестве (рис. 1, 2).

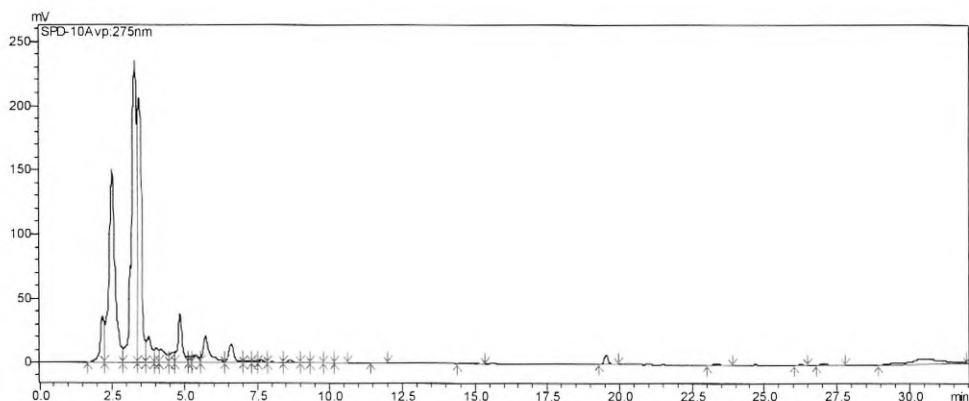


Рис. 1. Хроматограмма *R. japonica*, посадки фоновой участка ЛОС ДВО РАН.
Фаза цветения

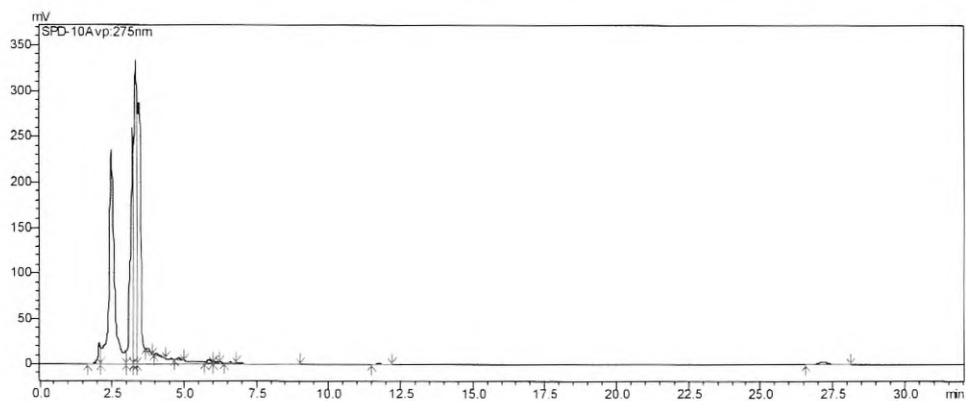


Рис. 2. Хроматограмма *R. japonica*, посадки загрязненного участка, дендропарк ВГУЭС.
Фаза цветения

Установлено, что общее количество флавоноидов в листьях растений с повышенной антропогенной нагрузкой несколько выше по сравнению с таковым для фоновой нагрузки: 5,26–4,86% и 2,37–2,05% соответственно. При этом необходимо отметить, что количественное нарастание флавоноидов происходило за счет минорных компонентов, в частности кверцетина (0,04% – ЛОС ДВО РАН; 1,01% – дендропарк ВГУЭС), содержание мажорно-

го рутина изменялось незначительно (1,17% – ЛОС ДВО РАН; 1,38% – дендропарк ВГУЭС).

Как следует из наших данных, результирующий отклик на воздействие урбанистической нагрузки для *R. japonica* выражается в повышении содержания флавоноидов (в сумме и по группам). Наиболее восприимчив к антропогенным факторам кверцетин.

Заключение

В ходе эволюционного развития организмы приспосабливаются к действию тех или иных природных либо техногенных факторов, вырабатывают свои адаптивные механизмы. В исследовании экспериментально показано, что при воздействии комплекса урбанистических факторов на растения *R. japonica* усиливаются интенсивность метаболических процессов и изменения морфологических параметров, которые заключаются в повышении биосинтеза флавоноидов и уменьшении фотосинтезирующей поверхности, количестве листьев на растении, снижении высоты главных побегов и сокращении количества боковых побегов.

1. Высочина, Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных / Г.И. Высочина. – Новосибирск: Наука, 2004. – 240 с.
2. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / под ред. С.С. Харкевича. – Л.: Наука, 1989. – 390 с
3. Цвелев, Н.Н. Гречиховые – Polygonaceae Juss / Н.Н. Цвелев // Флора советского Дальнего Востока. – 1989. – Т. 4. – С. 25–122.
4. Anjen, L. Reynoutria Houttuyn / L. Anjen, Ch.-W. Park // Flora of China. – 2003b. – Vol. 5. – P. 319.
5. Shaw, R.H. Japanese knotweed Biological control of invasive plants in the Eastern United States / R.H. Shaw, L.A. Seiger. – The University of Georgia, USDA APHIS PPQ and USDA, 2002. – P. 159–166.
6. De Waal, L.C. A viability study of Fallopia japonica stem tissue / L.C. De Waal // Weed Research. – 2001. – Vol. 41. – P. 447–460.
7. Cortell, J.M. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. Cv. Pinot Noir) and wine proanthocyanidins / J.M. Cortell, M. Halbleib, A.V. Gallagher, T.L. Righetti, J.A. Kennedy // Journal Agricultural and Food. – Chemistry. – 2005. – Vol. 53. № 14. – P. 5798–5808.
8. Ferguson, P.J. In vivo inhibition of growth of human tumor lines by flavonoid fractions from cranberry extract / P.J. Ferguson, E.M. Kurowska, D.J. Freeman, A.F. Chambers, J. Koropatnick // Nutrition and Cancer. – 2006. – Vol. 56. № 1. – P. 86–94.
9. Xiao, K. Studies on water-soluble constituents in rhizome of *Polygonum cuspidatum* / K. Xiao, L. Xuan, Y. Xu, D. Bai // Zhongcaoyao. – 2003. – Vol. 34. № 6. – P. 496–498.
10. Dubrovina, A. Resveratrol content and expression of phenylalanine ammonia-lyase and stilbene synthase genes in rolC transgenic cell cultures of *Vitis amurensis* / A. Dubrovina, A. Manyakhin, Y. Zhuravlev, K.V. Kiselev // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2010. – № 3. – P. 127–736.

1.13. Айлант высочайший (*Ailanthus altissima*) на Горнотаежной станции ДВО РАН

С.В. Горохова

Ailanthus altissima at Gornotayezhnaya station

S.V. Gorokhova

The article results of successful introduction of Ailanthus altissima at Gornotayezhnaya station are presented. The possible reasons which affected the introduction course are specified. Climatic indicators of a natural area and regions where the Ailanthus altissima was tested are analyzed.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова (ГТС ДВО РАН), которая находится на юге Приморского края в 25 км от г. Уссурийска (43° с.ш.).

На территории станции находятся три метеорологических поста, оборудованных соответственно ГОСТу (II разряд). Посты установлены на разных элементах рельефа (южный и северный склоны, долина).

Для климатической характеристики района исследований использовались данные метеостанции ГТС, а также показания полевых метеостанций SKYWATCH GEOS № 11 и ТКА-ПКМ 63 (температура и влажность воздуха, освещенность, сила ветра).

Наблюдения за ритмами сезонного развития в новых условиях проводились по общепринятой методике [1, 2].

Объект исследования – айлант высочайший (*Ailanthus altissima* Mill.).

Айлант высочайший – вид деревьев из рода Айлант (*Ailanthus* Desf.) семейства Симарубовые (*Simarubaceae* Lindl.). Синонимы: *A. glandulosa* Desf., *A. cacodendron* Schinz et Thell., *A. peregrina* Barkley, *A. japonica* Hort., *Toxicodendron altissimum* Mill.

Народные названия: древо неба, древо богов, райское дерево, копал дерево, лак дерево.

Айлант высочайший – обычно стройное дерево высотой до 30 м и диаметром до 1 м. Кора тонкая, серого цвета, в зрелом возрасте до 2 см толщины со светлыми неглубокими продольными трещинами. Побеги длинные, желтовато-коричневые, гладкие, мелковолосистые, блестящие, в безлистном состоянии с крупными зеленовато-серыми листовыми следами до 1 см длины, треугольного очертания. Листья крупные, перистые до 60 (90) см дл., придают ему сходство с ясенем и сумахом, в Китае и Японии длиннее и расходятся с концов ветвей, подобно пальмовым, в Индии до 2–3 м. Имеют 13–25 листочков. Листочки яйцевидно-ланцетные, 7–12 см длины и 2–4 см ширины, на небольших черешках, цельнокрайние, лишь в основании с 2–4 тупыми зубчиками, с верхней стороны зеленые, с нижней сизовато-зеленоватые; при прикосновении они выделяют неприятный запах. Цветки в метельчатых соцветиях, зеленовато-беловатые с неприятным запахом. Плод – плоская, продолговатая, тупоромбическая, слегка скрученная крылатка 3–4 см длины до 1 см ширины. Распадается на 3–5 продолговатых крылаток. Семя одно, чечевицевидное, в центре летучки. Корневая сис-

тема поверхностная, сильноразвитая, легко образует многочисленные отпрыски от корней. Легко размножается корневыми отпрысками. Древесина сходна с ясенем, но обычно блее, гибкая, с атласным блеском [3, 4].

Айлант обладает большой силой роста. Мало требователен к условиям произрастания. Хорошо растет почти на любых почвах, даже на сухих каменистых откосах и обрывах. Однако больших размеров достигает на почвах более влажных и суглинистых. Светолюбив и довольно ветроустойчив [5, 4].

Выделено несколько декоративных форм: белопестролистная, красно-плодная, плакучелистная [5].

Родина айланта высочайшего – Китай. Распространен очень широко, но приурочен к влажным местообитаниям. В горы поднимается до 2500 м [6].

Культивируется в Европе, США, на юге Канады. В южном полушарии – в Австралии, Аргентине. Произрастает в Японии, Восточной и Центральной Азии. В Пакистане и Индии выращивают вдоль дорог, для укрепления склонов. Но наибольшую интродукционную популярность имеет в Европе и Северной Америке. В Европу (в Англию) был завезён Пьером д'Инкарвилем под видом лакового дерева в 1751 г. Позже стараниями садоводов-любителей попал на восточное побережье США, в Филадельфию. На западное побережье завезли китайцы во время Калифорнийской золотой лихорадки. Китайцы брали его с собой как дерево от всех болезней [7]. В США признан как значимое экзотическое сорное растение [8].

В России появился впервые в Каразинском дендропарке (г. Краснокутск Харьковской области), куда был завезен И.Н. Каразиным в 1809 г. [9].

Хорошо растет в южных районах: Крым, Краснодарский, Ставропольский край и др. В Сталинграде и Астрахани сильно подмерзает, особенно на открытых участках [10].

Таким образом, айлант распространён во всех умеренно тёплых и субтропических регионах мира, часто натурализуется, становится сорняком.

Используется в качестве корнеотпрысковой породы в борьбе с эрозией почвы и в посадках на землях, не пригодных для сельского хозяйства. В странах Европы – в Австрии, Германии, Чехии, Словакии – созданы айлантовые насаждения с короткими оборотами рубки [9]. В Китае листья айланта идут для выкармливания гусениц шелкопряда (*Philosamia cynthia* Drury). Смолистый сок, содержащийся в коре, употребляется для изготовления масляных красок. Айлант также известен как источник лекарственного сырья. О его значимости упоминал В.Н. Ворошилов [11]. Экстракт из свежих побегов, цветков, листьев и молодой коры применяется в гомеопатии, китайской и тибетской медицинах [12].

Айлант является и ценной декоративной породой. Благодаря красивым крупным листьям, которые формируют ажурную крону, оранжево-красным плодам, быстрому росту, устойчивости к вредителям и нетребовательности к условиям произрастания он приобрел широкую популярность в зеленом строительстве [5, 9]. Ценным качеством айланта является высокая устойчивость к задымлению. Его способность адаптироваться к «грязи и дыму, пыли и засухи городов» была отмечена еще более 100 лет назад [13]. Листья поглощают значительные количества серы в районах с высоким потоком движения [14]. Айлант выживает даже вблизи цементных и известковых работ [15].

Для умеренно холодных зон является экзотом. Самая северная точка в интродукции – Монреаль (Канада, 60° с.ш.). В Европе айлант испытывался

даже в Скандинавии (55° с.ш.). На территории России крайней северной точкой его испытания был парк Ботанического сада в Санкт-Петербурге (59°57'00" с.ш., 30°19'00" в.д.). Но натурализоваться айлант в данных климатических условиях не смог [16]. Испытывался айлант и в Главном ботаническом саду (г. Москва, 55°45'06" с.ш., 37°37'04" в.д.), где также не закрепился [17, 18].

Результаты и их обсуждение

На Горнотаежной станции айлант высочайший испытывался неоднократно. Документально подтверждены следующие даты: 1959, 1961–1963. По литературным источникам для Горнотаежной станции приводятся и более ранние года [5]. Семена получали из Ленинграда, Еревана и Днепропетровска. Но натурализоваться до недавнего времени айланту высочайшему на Горнотаежной станции не удавалось. Последний эксперимент был заложен в 1988 г. Семена были получены из г. Хорога (Таджикистан). Саженцы в количестве 6 шт. в 1992 г. высажены на коллекционный участок площадью около 1 га, который расположен на северном склоне предводораздельной части небольшой сопки (170 м над ур. моря) крутизной 10–15°. Участок со всех сторон окружен естественным лесным массивом. Кроме айланта были высажены и другие виды растений рядовой посадкой поперек склона. Четыре экземпляра выпали в первые три года. В 2007 г. погибло еще одно растение. Оставшийся экземпляр регулярно подмерзал, но выживал. С 2010 года состояние растения значительно улучшилось. Оно дало хороший прирост по диаметру ствола и высоте. Зимой 2015 г. высота дерева составила 8,5 м, диаметр – 14,5 см. Таким образом, растение прошло адаптационный период, за который смогло приспособиться к местным климатическим условиям. Он составил 22 года (с момента посадки). У дерева еще периодически обмерзают отдельные ветки, но в целом оно неплохо растет и развивается. Не плодоносит. Дает обильную поросль. Два порослевых саженца были высажены на другой участок, где также хорошо растут. За первый год дали прирост 3,6 м и 3,2 м. На второй год после пересадки сформировали побеги второго порядка.

Сравнительный анализ климата естественного ареала айланта [19] и Горнотаежной станции показал, что по многим показателям условия Горнотаежной станции являются крайними (холодными), либо вообще не входят в диапазон метеопоказателей естественного ареала (табл. 1; данные в скобках). То есть условия для интродукции айланта на ГТС не являются благоприятными. Более того, по некоторым показателям они неприемлемы. Климат Горнотаежной станции является более суровым даже по сравнению с городами Санкт-Петербург и Москва, где айлант не смог натурализоваться (табл. 2, 3, 4). Климат Монреаля намного мягче (средняя температура самых холодных месяцев составляет -6...-9°C).

Тем не менее, айлант на Горнотаежной станции растет (уже 27 лет). Анализируя положительный результат интродукции, мы пришли к выводу, что основную роль в этом сыграли аллелопатические свойства айланта. Так, американскими учеными было установлено, что взаимодействие айланта с кленами носит положительный характер и всегда отрицательный с дубами [20]. В нашем эксперименте выжило растение, которое дальше всех находилось от кромки леса с дубом монгольским (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.) и ближе всего к посадкам с кленом четырехмерным (*Acer tetramerum* Pax).

Таблица 1

Сравнительные климатические характеристики условий произрастания *Ailanthus altissima*

Показатели	ГТС ДВО РАН	Естественный ареал
Средняя годовая температура воздуха	4,9°C (4,4–6,6)	– 13,8 (0,4–22,1)
MTSM, Ср. м.т (-)	-24,5 (- 17,9–-26,3)	– 1,0 (-15,9–15,1)
MTWM, Ср. м.т (+)	26,9 (20,7–27,6)	– 25,3 (9,5–29,9)
ABT, °C Ср. м.т °C(+)	13,5	– 14,2 (3,6–22,1)
Кол-во осадков за год, мм	710,4 (424,7–926,3)	– 968 (203–2859)
PWQ, осадки за (+) квартал, мм	303,5 (112,9–694,7)	– 454 (118–1007)
PCQ, осадки за (-) квартал, мм	34,2 (9,3–90,9)	– 78 (4–402)

Примечание: MTSM – средняя температура самого холодного месяца; MTWM – средняя температура самого теплого месяца; ABT – индекс накопленной эффективной температуры, который рассчитывается за период со средней температурой 0–30°C; PWQ – сумма осадков за теплый период; PCQ – сумма осадков за холодный период.

Таблица 2

Климат Санкт-Петербурга (абсолютные значения с 1881, средние для 1961–1990 гг.)

Показатели	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °C	8,7	10,2	14,9	25,3	33,0	34,6	35,3	37,1	30,4	21,0	12,3	10,9	37,1
Средний максимум, °C	-5,1	-4,1	1,1	8,1	15,6	20,1	21,9	20,0	14,5	8,2	2,0	-2,3	8,3
Средняя температура, °C	-7,8	-6,9	-2,2	4,0	10,9	15,6	17,7	16,2	11,1	5,7	0,1	-4,6	5,0
Средний минимум, °C	-10,7	-9,7	-5,2	0,6	6,5	11,4	13,9	12,8	8,1	3,4	-1,9	-7,1	1,8
Абсолютный минимум, °C	-35,9	-35,2	-29,9	-21,8	-6,6	0,1	4,9	1,3	-3,1	-12,9	-22,2	-34,4	-35,9
Норма осадков, мм	38	31	34	33	38	57	79	80	69	66	55	50	630

Таблица 3

Климат Москвы: рекорды за весь период наблюдений (1879–2010 – объединённые данные ТСХА + ВВЦ), норма 1981–2010 (ВВЦ)

Показатели	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °C	8,6	8,3	19,7	28,9	33,2	34,7	38,2	37,3	32,3	24,0	16,2	9,6	38,2
Средний максимум, °C	-4	-3,7	2,6	11,3	18,6	22,0	24,3	21,9	15,7	8,7	0,9	-3	9,6
Средняя температура, °C	-6,5	-6,7	-1	6,7	13,2	17,0	19,2	17,0	11,3	5,6	-1,2	-5,2	5,8
Средний минимум, °C	-9,1	-9,8	-4,4	2,2	7,7	12,1	14,4	12,5	7,4	2,7	-3,3	-7,6	2,1
Абсолютный минимум, °C	-42,1	-38,2	-32,4	-21	-7,5	-2,3	1,3	-1,2	-8,5	-20,3	-32,8	-38,8	-42,1
Норма осадков, мм	52	41	35	37	49	80	85	82	68	71	55	52	707

Таблица 4

Климат Горно-Таежной станции (средние для 1999–2013 гг.)

Показатели	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Нояб	Дек	Год
Абсолютный максимум, °С	3,0	8,6	14,5	27,0	31,4	37,0	38,5	39,0	30,1	23,9	16,7	7,6	39,0
Средний максимум, °С	-10,1	-4,3	3,0	12,5	19,8	23,2	25,9	26,9	21,9	15,1	3,1	-7,4	10,8
Средняя температура, °С	-15,8	-10,9	-2,7	6,7	12,9	17,7	21,0	21,7	16,1	7,9	-2,9	-13,2	4,9
Средний минимум, °С	-24,5	-19,7	-9,9	-0,7	6,3	12,0	17,0	16,9	10,1	1,6	-8,3	-20,3	-1,6
Абсолютный минимум, °С	-38,0	-33,5	-26,0	-12,0	-1,8	4,0	9,2	4,0	-1,8	-10,5	-25,9	-34,0	-38,0
Норма осадков, мм	16,2	16,2	30,4	55,2	76,8	59,2	59,2	103,9	89,9	82,5	32,3	23,1	710,4

Выводы

На настоящий момент произрастание айланта высочайшего на Горнотаежной станции является самым экстремальным (по климатическим показателям).

Айлант высочайший как высоко декоративное растение можно рекомендовать для озеленения Приморского края. При посадке необходимо учитывать его аллелопатические свойства. Важно и то обстоятельство, что климат Приморья не является для айланта высочайшего благоприятным, следовательно, данный вид, скорее всего, не сможет натурализоваться настолько, чтобы стать инвазивным.

Литература

1. Бейдеман, И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И.Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 156 с.
2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / под ред. М.А. Проскурякова // Методика фенологических исследований в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 134 с.
3. Древесные породы мира / под ред. д-ра экон. наук Г.И. Воробьева. Т. 2. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 352 с.
4. Жизнь растений. Т. 5 (2). Цветковые растения. Двудольные / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1981. – С. 245–247.
5. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. IV (Покрытосеменные. Семейства бобовые–гранатовые) / под ред. С.Я. Соколова. – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. – С. 260–262.
6. Flora of China Editorial Committee. Flora of China (Checklist & Addendum). Unpaginated. In C. Y. Wu, P. H. Raven & D. Y. Hong (eds.) Fl. China. Science Press & Missouri Botanical Garden Press, Beijing & St. Louis, 1988–2013.
7. Hu, S.Y. Ailanthus / S.Y. Hu // *Arnoldia*. – 1979. – №39 (2). – P. 29–50.
8. Element stewardship abstract for *Ailanthus altissima*. The Nature Conservancy 1815 North Lynn Street, Arlington, Virginia 22209.
9. Щёпотьев, Ф.Л. Быстрорастущие древесные породы / Ф.Л. Щёпотьев, Ф.А. Павленко. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 373 с.
10. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Гос. изд-во лит-ры по строительству, архитектуре и стр. материалам, 1960. – 676 с.

11. Ворошилов, В.Н. Поиски нового лекарственного растительного сырья / В.Н. Ворошилов // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та лекарств и ароматич. растений (ВИЛАР). – Пятигорск, 1941. Вып. 6. – С. 1–256.
12. Энциклопедический словарь лекарственных, эфирномасличных и ядовитых растений. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 488 с.
13. Sargent, C.S. The Ailanthus / C.S. Sargent // Garden and Forest. – 1888. – P. 1385–1386.
14. Kim, M.H. Studies on the effect of suffer dioxide gas on tree leaves / M.H. Kim // Res. Rep. For. Res. Inst. Korea. – 1975. – № 22. – P. 31–36.
15. Klinecsek, P. Investigations into the effect of cement dust in some frequent tree and shrub species / P. Klinecsek // Kertgazdasag. – 1976. – № 8(3). – P. 71–76.
16. Связева, О.А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (К истории введения в культуру) / О.А. Связева. – СПб.: Росток, 2005. – 384 с.
17. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР / отв. ред. Н.В. Цицин; АН СССР, Главный ботан. сад. – М.: Наука, 1975. – 547 с.
18. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 60 лет интродукции / Л.С. Плотникова, М.С. Александрова, Ю.Е. Беляева и др.; отв. ред. А.С. Демидов. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
19. Fang, J. Atlas of Woody Plants in China. Distribution and Climate Higher Education Press, Beijing and Springer / J. Fang, Z. Wang, Z. Tang. – Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 1972 p.
20. Mergen, F. A toxic principle in the leaves of Ailanthus / F. Mergen // Bot. Gazette. – 1959. – № 121. – P. 32–36.

1.14. Белокопытник японский – источник БАВ для функциональных продуктов

С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова

***Petasites japonicus* – a source of biologically active compounds
for functional foods**

S.V. Zhuravleva, T.M. Boytsova

*It was found that the raw materials of *Petasites japonicus*, which grows on the Sakhalin, contains significant amounts of polyphenols and polysaccharides. The main bodies of the accumulation of secondary metabolites – the leaves and roots.*

В условиях адаптации к рыночной экономике на первое место выходят проблемы рационального использования сырьевых ресурсов. Это влечет за собой необходимость проведения научных исследований, направленных на развитие отечественного агропромышленного комплекса как важнейшего фактора реализации концепции государственной политики.

Постоянно возрастающие потребности общества в биологически активных веществах, широко используемых в различных отраслях промышленности, обуславливают поиск перспективных источников их получения, к которым относится ежегодно возобновляемое растительное сырье. Доступной,