

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ
РОСТА КРЕЗАЦИН И ЦИРКОН НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА
СЕМЯНИ БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ
ПИХТЫ ПОЧКОЧЕШУЙНОЙ (*ABIES NEPHROLEPIS*)**

В.Ю. Острошенко

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной
Азии ДВО РАН, г. Владивосток*

В статье представлено изучение стимулирующего эффекта водных растворов стимуляторов роста Крезацин и Циркон, и выявление доз, активизирующих энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян и нарастание биометрических показателей проростков по длине и массе пихты почкочешуйной (*Abies nephrolepis*). Наибольший стимулирующий эффект на посевные качества семян пихты почкочешуйной Крезацин и Циркон оказывают в концентрациях растворов $1 \cdot 3 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 6 \cdot 10^{-3}$ мл/л. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян превысили контроль на 84,8–293,9 – 106,4–273,4% и 112,1–203 – 59,6–187,2%, соответственно. Класс качества семян повысился с третьего до второго и первого. На нарастание проростков по длине и массе более положительный эффект оказал стимулятор роста Крезацин при концентрациях растворов $1 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 6 \cdot 10^{-3}$ и $1 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 7 \cdot 10^{-3}$ мл/л (превышение к контролю – 7,7–41,7 и 6,1–61,4%). Циркон менее эффективен. Его положительный эффект на нарастание длины и массы проростков отмечен при концентрациях $1 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$ и $1 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 7 \cdot 10^{-3}$ мл/л (превышение к контролю – 8,3–25 и 6,1–46,5%).

Ключевые слова: стимуляторы роста, Крезацин, Циркон, пихта почкочешуйная (белокорая), энергия прорастания, лабораторная всхожесть, длина и масса проростков.

**EFFICIENCY OF USE CREZACIN AND ZIRCON GROWTH
STIMULANTS ON SOWING QUALITIES OF SEEDS AND
BIOMETRIC PARAMETERS OF SPROUTS OF KHINGAM FIR
(*ABIES NEPHROLEPIS*)**

V.Yu. Ostroshenko

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS,
Vladivostok, Russia*

The article presents the study of the stimulating effect of aqueous solutions of growth stimulants Crezacin and Zircon, and the identification of doses that activate the germinative energy, laboratory germination of seeds and the growth of biometric parameters of sprouts along the length and weight of Khingam fir (*Abies nephrolepis*). The greatest stimulating effect on the sowing qualities of Khingam fir seeds by the Crezacin and Zircon shown in the concentrations of solutions of $1.3 \cdot 10^{-3}$ – $1.6 \cdot 10^{-3}$ ml/l. Germinative energy and laboratory germination of seeds exceeded the control group by 84.8-293.9, 106.4-273.4% and 112.1-203, 59.6-187.2%, respectively. The seed quality class increased from the third to the second and first ones. The growth stimulator Crezacin had a more positive effect on the growth of sprouts along the length and weight at solution concentrations of $1.2 \cdot 10^{-3}$ – $1.6 \cdot 10^{-3}$ and $1.2 \cdot 10^{-3}$ – $1.7 \cdot 10^{-3}$ ml/l (excess to control group – 7,7–41,7 and 6,1-61,4%). Zircon is less effective. Its positive effect on the growth of the length and mass of sprouts was noted at concentrations of $1.4 \cdot 10^{-3}$ – $1.5 \cdot 10^{-3}$ and $1.2 \cdot 10^{-3}$ – $1.7 \cdot 10^{-3}$ ml/l (excess to control group – 8,3–25 and 6,1-46,5%).

Keywords: growth stimulants, Crezacin, Zircon, *Abies nephrolepis*, germinative energy, laboratory germination, length and weight of sprouts.

ВВЕДЕНИЕ

На Дальнем Востоке России произрастает пять видов рода *Abies* Mill.: *A. nephrolepis* (Trautv.) Maxim., *A. holophylla* Maxim., *A. mayriana* Miyabe et Kudo, *A. sachalinensis* (F. Schmidt) Mast. и *A. wilsonii* Miyabe et Kudô (Усенко, 1969).

В лесах Приморского края наиболее распространённый вид – пихта почкочешуйная или белокорая (*A. nephrolepis*). Пихта растёт преимущественно на горных склонах, поднимаясь в горы до 1200 м, до зоны гольцов. Это придаёт ей значение горноукрепительной и водорегулирующей древесной породы, способствующей сохранению экологического равновесия в горных лесах Дальнего Востока (Усенко, 1969).

Древесина пихты почкочешуйной – наименее ценная среди хвойных пород Дальнего Востока, но при наличии значительных её запасов играет заметную роль в лесопотреблении. Древесина широко используется в народном хозяйстве в качестве строительных и пиловочных брёвен, столбов. Хороший материал для ящичной тары, изготовления штукатурной дранки. Хвоя пихты – наилучшее сырьё для производства эфирных масел. Заслуживает внимание в озеленении. Однако частые лесные пожары и рубка леса приводят к её сокращению. Необходимы меры по сохранению и воспроизводству пихтовых лесов (Усенко, 1969; Урусов и др., 2007).

Основными направлениями по сохранению дальневосточной пихты являются охрана лесов от лесных пожаров, незаконных рубок спелой древесины и интенсификация работ по лесовосстановлению, за счёт применения стимуляторов роста, положительно зарекомендовавших себя в опытных работах, проводимых в последние десятилетия в лесном хозяйстве (Пентелькина, Пентелькина, 2002; Пентелькина, Острошенко, 2005; Галдина,

Шевченко, 2012; Чукарина, 2014; Острошенко и др., 2015; Острошенко, 2017).

Настоящая работа посвящена изучению эффективности применения стимуляторов (регуляторов) роста Крезацин и Циркон при проращивании семян пихты почкочешуйной. Данные стимуляторы роста положительно зарекомендовали себя в сельском хозяйстве (Никелл, 1984; Вакуленко, 2004; Ступин, Постников, 2009; Устименко, Постников, 2009). Начаты исследования по возможности их применения в лесном хозяйстве, в частности – в лесовосстановлении (Пентелькина, Пентелькина, 2002; Чукарина, 2014; Острошенко и др., 2015).

Цель исследований – изучение стимулирующего эффекта водных растворов стимуляторов роста Крезацин и Циркон, и выявление доз, активизирующих энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян и нарастание биометрических показателей проростков по длине и массе.

Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи:

- замачивание семян пихты почкочешуйной в водных растворах стимуляторов роста Крезацин и Циркон различных концентраций;
- проращивание семян в лабораторных условиях;
- анализ влияния испытываемых стимуляторов роста на энергию прорастания, лабораторную всхожесть и динамику нарастания проростков по длине и массе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом послужили семена пихты почкочешуйной, заготовленные в южной части Приморского края. Выявление стимулирующего эффекта препаратов Крезацин и Циркон проводили в лабораторных условиях согласно действующих ГОСТов (ГОСТ 14161-86, ГОСТ 13056.6-97), по разработанной ранее методике (Острошенко, 2017). Внешне неповреждённые семена замачивали на 20 часов в растворах стимуляторов роста. Концентрации растворов препарата и воды составили: $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 3 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 6 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 7 \cdot 10^{-3}$ мл/л. Контроль – семена, замачиваемые в дистиллированной воде. По дням учёта проводили подсчёт проростков. Электронным штангенциркулем измеряли длину проростков. Их массу определяли взвешиванием на электронных весах. Материалы опытов подвергали статистическому анализу в прикладной программе Microsoft Excel. Достоверность различий средних величин с контролем рассчитывали по t-критерию Стьюдента (Доев, 2011).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Крезацин (триэтаноламмониевая соль ортокрезоксисукусной кислоты, $C_{15}H_{25}NO_6$) – синтетический адаптоген и иммуностимулятор, синтезирован в 70-х годах XX века в Иркутском институте химии под руководством акад. М.Г. Воронкова. Характеризуется широким спектром биологической активности. Препарат легко растворим в воде и спирте, нерастворим в эфире. Малотоксичен. Не

обладает мутагенным действием (Список пестицидов и агрохимикатов, 2017).

Стимулятор роста Циркон разработан из цветка эхинацеи пурпурной и содержит в своем составе сложные эфиры на основе растворённых в спирте гидроксикоричных кислот, а именно, кофейной кислоты и её производных: циклориевых и хлорогеновых кислот, выполняющих в этом препарате функцию активного начала и определяющих его глубинное воздействие на метаболизм растительной клетки, участие в регуляции гормонального статуса и энзиматического профиля (Маслеванная, 2001).

Стимуляторы роста Крезацин и Циркон оказали наиболее стимулирующий эффект на посевные качества семян пихты почкочешуйной при концентрациях растворов $1.3 \cdot 10^{-3}$ – $1.6 \cdot 10^{-3}$ мл/л (рис. 1, 2). Так, энергия прорастания семян составила, соответственно, 6,1–13 и 7–10% (превышение к контролю – 84,8–293,9 и 112,1–203%), лабораторная всхожесть – 19,4–35,1 и 15–27% (превышение к контролю – 106,4–273,4 и 59,6–187,2%). Различия с контролем существенны: $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 0,01\%$. Наблюдается повышение классов качества семян: с третьего до второго и первого. Концентрации растворов $1 \cdot 10^{-3}$ – $1.2 \cdot 10^{-3}$ и $1.7 \cdot 10^{-3}$ мл/л не эффективны. Снижение к контролю по энергии прорастания – 9,1–30,3 и 6,1–9,1% и по лабораторной всхожести – 3,2–21,3 и 3,2–10,6%.

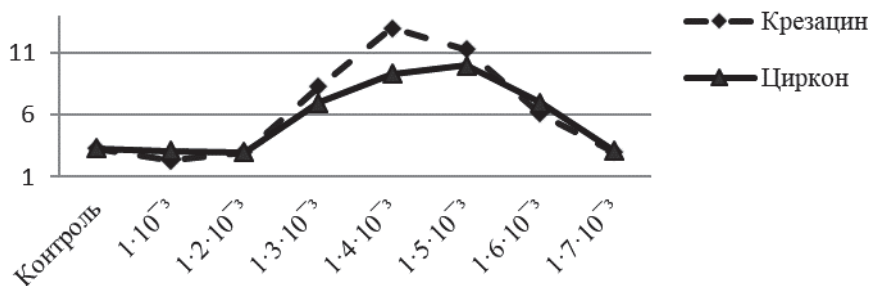


Рис. 1. Влияние стимуляторов роста на энергию прорастания семян пихты почкочешуйной. По оси абсцисс – концентрации растворов, мл/л; по оси ординат – энергия прорастания, %

[Fig. 1. The impact of growth stimulants on the germinative energy of Khingam fir seeds. On the X-axis – solution concentrations, ml/l; on the Y-axis – germinative energy, %]

Выявлена зависимость нарастания проростков по длине от стимулятора роста и концентрации его раствора. Стимулятор роста Крезацин оказал положительное влияние на нарастание длины проростков при концентрациях растворов $1.2 \cdot 10^{-3}$ – $1.6 \cdot 10^{-3}$ мл/л, превысив контроль на 7,7–41,7%. Отмечена существенность различий с контролем: $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 0,05\%$ и $P = 0,01\%$. Концентрации растворов $1 \cdot 10^{-3}$ и $1.7 \cdot 10^{-3}$ мл/л не эффективны. При концентрации раствора $1 \cdot 10^{-3}$ мл/л на 15-ый день учёта наблюдались существенные различия с контролем: $t_{0,05} = 2.9 > t_{\text{ст}} = 2,45$. Концентрация раствора $1.7 \cdot 10^{-3}$ мл/л оказала

положительный эффект только на 7-ой день учёта, превысив контроль на 20%. Отмечена существенность различий с контролем: $t_{0,05} = 2,6 > t_{st} = 2,45$. В остальные дни учёта наблюдалось снижение длины проростков по отношению к контролю на 7,7–23,1%. На 15-ый и 25-ый дни учёта различия с контролем существенны: $t_{факт} > t_{табл}$ при $P = 0,05\%$ (рис. 3).

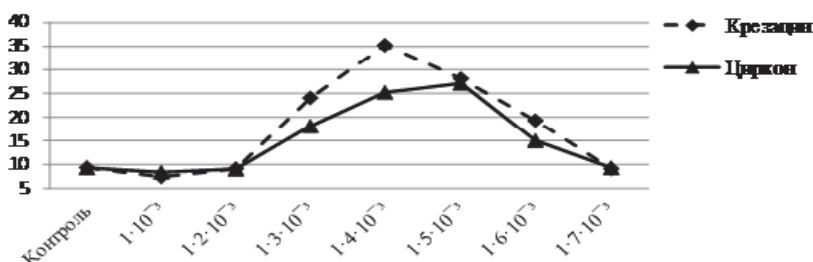


Рис. 2. Влияние стимуляторов роста на лабораторную всхожесть семян пихты почкочешуйной. По оси абсцисс – концентрации растворов, мл/л; по оси ординат – лабораторная всхожесть, %

[Fig. 2. The impact of growth stimulants on the laboratory germination of Kxingam fir seeds. On the X-axis – solution concentrations, ml/l; on the Y-axis – laboratory germination, %]

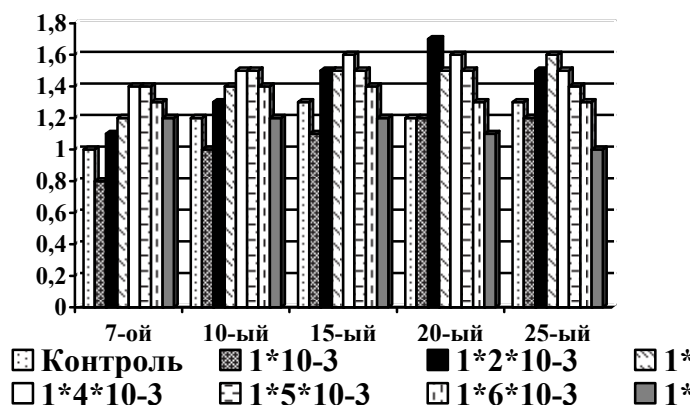


Рис. 3. Влияние стимулятора роста Крезацин на нарастание длины проростков пихты почкочешуйной. По оси абсцисс – дни учёта проростков, дни; по оси ординат – средняя длина проростков, см.

[Fig. 3. The impact of growth stimulator Crezacin on the growth of Kxingam fir sprouts along the length. On the X-axis – date of the counting of sprouts, days; on the Y-axis – average length of sprouts, cm]

Стимулятор роста Циркон оказал менее положительный эффект. Так, при концентрациях растворов $1·4·10^{-3}$ – $1·5·10^{-3}$ мл/л превышение к контролю

составило 8,3–25%. На 7-ой день учёта при концентрациях $1\cdot 10^{-3}$ – $1\cdot 6\cdot 10^{-3}$ мл/л, отмечена существенность различий с контролем: $t_{0,05} = 3,3 > t_{st} = 2,45$ и $t_{0,05} = 3,1 > t_{st} = 2,45$. Достоверность различий с контролем наблюдалась также при концентрации $1\cdot 4\cdot 10^{-3}$ мл/л – на 20-ый день проращивания: $t_{0,05} = 2,8 > t_{st} = 2,45$. Концентрации растворов $1\cdot 10^{-3}$ – $1\cdot 3\cdot 10^{-3}$ мл/л и $1\cdot 7\cdot 10^{-3}$ мл/л менее эффективны. Отмечено превышение к контролю на 10% на 7-ой день учёта. В остальные дни значения по вариантам опыта были на уровне с контролем. Наблюдалось и снижение к контролю на 7,7–15,4% (рис. 4).

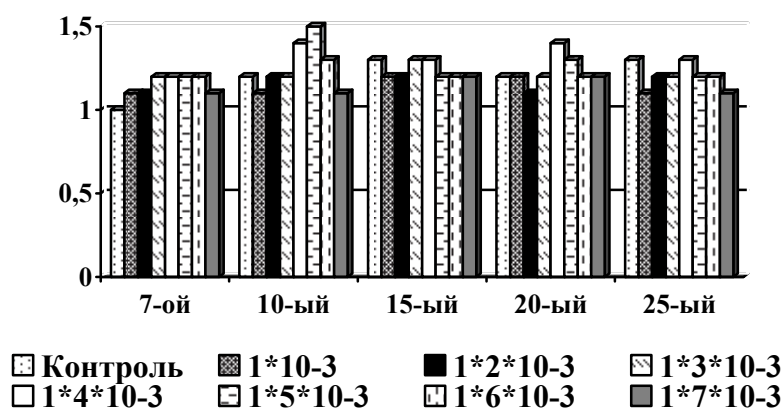


Рис. 4. Влияние стимулятора роста Циркон на нарастание длины проростков при проращивании семян пихты почкочешуйной. По оси абсцисс – дни учёта проростков, дни; по оси ординат – средняя длина проростков, см
[Fig. 4. The impact of growth stimulator Zircon on the growth of Khingam fir sprouts along the length. On the X-axis – date of the counting of sprouts, days; on the Y-axis – average length of sprouts, cm]

Отмечено положительное влияние исследуемых стимуляторов роста и на массу проростков. Стимулятор роста Крезацин эффективен при концентрациях растворов $1\cdot 2\cdot 10^{-3}$ – $1\cdot 7\cdot 10^{-3}$ мл/л (превышение к контролю – 6,1–61,4%). Концентрация раствора $1\cdot 10^{-3}$ мл/л оказала ингибирующий эффект: снижение к контролю составило 9,1–16,3% (рис. 5).

Стимулятор роста Циркон оказал менее положительное влияние. Так, при концентрациях растворов $1\cdot 2\cdot 10^{-3}$ – $1\cdot 7\cdot 10^{-3}$ мл/л превышение к контролю составило 6,1–46,5%. Наблюдается существенность различий с контролем: $t_{факт} > t_{табл}$ при $P = 0,05\%$ и $P = 0,01\%$. Однако при концентрации раствора $1\cdot 7\cdot 10^{-3}$ мл/л на 15-ый день отмечен ингибирующий эффект (снижение к контролю – 18,4%). Различия с контролем существенны: $t_{0,01} = 3,9 > t_{st} = 3,71$. Концентрация раствора $1\cdot 10^{-3}$ мл/л на массу проростков оказала тормозящее влияние, снизив её на 2,6–20,4% (рис. 6).

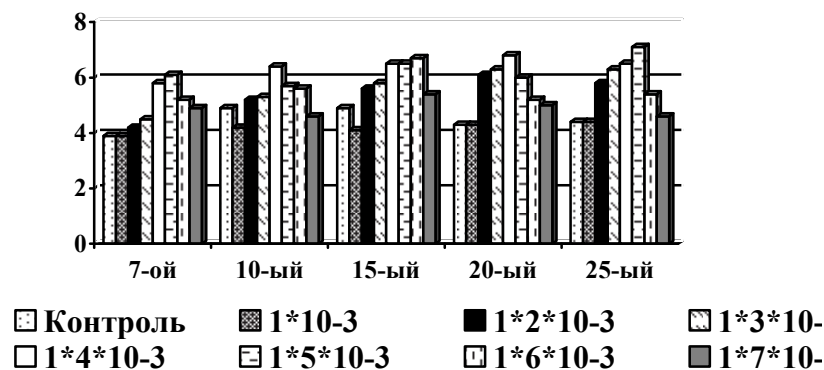


Рис. 5. Влияние стимулятора роста Крезацин на нарастание массы проростков при проращивании семян пихты почкочешуйной. По оси абсцисс – дни учёта проростков, дни; по оси ординат – средняя масса проростков, мг
 [Fig. 5. The impact of growth stimulator Crezacin on the growth of Khingam fir sprouts along the weight. [On the X-axis – date of the counting of sprouts, days; on the Y-axis – average weight of sprouts, mg]

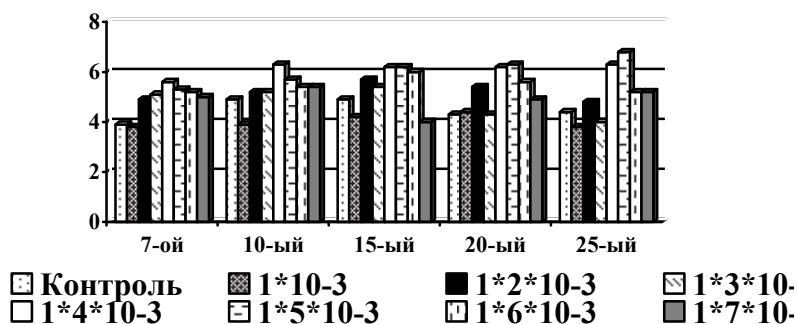


Рис. 6. Влияние стимулятора роста Циркон на нарастание массы проростков при проращивании семян пихты почкочешуйной. По оси абсцисс – дни учёта проростков, дни; по оси ординат – средняя масса проростков, мг
 [Fig. 6. The impact of growth stimulator Zircon on the growth of Khingam fir sprouts along the weight. On the X-axis – date of the counting of sprouts, days; on the Y-axis – average weight of sprouts, mg]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные опыты позволили выявить эффективность влияния стимуляторов (регуляторов) роста Крезацин и Циркон при проращивании семян пихты почкочешуйной и сделать следующие выводы:

1. Стимуляторы роста Крезацин и Циркон проявляют высокую активность на посевные качества семян (энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян) и нарастание биометрических показателей проростков, и могут быть рекомендованы для применения в питомниках в лесной отрасли. Стимулятор роста Циркон менее эффективен на нарастание биометрических показателей проростков по длине и массе.

2. Наиболее эффективны концентрации препаратов $1 \cdot 3 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 6 \cdot 10^{-3}$ мл/л, в сравнении с контролем достоверно повышающие всхожесть семян, и как следствие, – классы их качества: с третьего до второго и первого.

3. Наблюдаемое повышение классов качества обуславливает снижение нормы высева семян в лесном питомнике на единицу площади, повышая экономическую эффективность выращивания посадочного материала.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 14161-86.** Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Технические условия. М.: Госстандарт СССР. 1986. 11 с.
- ГОСТ 13056.6-97.** Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. М.: Изд-во стандартов. 1997. 38 с.
- Галдина Т.Е., Шевченко К.В.** Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество сеянцев ели европейской (*Picea abies*) [Электронный ресурс] // IV Междунар. студ. электрон. науч. конф. «Студенческий научный форум». 2012. Режим доступа: <https://www.rae.ru/forum/2012/13/559>.
- Доев С.К.** Математические методы обработки и анализа лесоводственной информации. Усурийск: ПГСХА, 2011. 68 с.
- Вакуленко В.В.** Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24-26.
- Маслеванная Н.Н., Быховская Н.В.** Циркон – новый фитопрепарат для сельского хозяйства, полученный на основе нетрадиционного растительного сырья // Химическое и компьютерное моделирование. Бултеровские сообщения. 2001. № 5. С. 7.
- Никелл Л.** Регуляторы роста растений (применение в сельском хозяйстве). М.: Колос, 1984. 190 с.
- Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю.** Влияние корневой подкормки стимуляторами роста одно-двулетних сеянцев пихты почкочешуйной на их дальнейший рост // Вестн. КрасГАУ. 2015. № 10. С. 160–167.
- Острошенко В.Ю.** Влияние стимулятора роста Эпин-Экстра на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестн. КрасГАУ. 2017. № 11. С. 208–218.
- Пентелькина Н.В., Пентелькина Ю.С.** Циркон – в технологии выращивания хвойных интродуцентов // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. 2002. Вып. 4. С. 72–76.

- Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю.** Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2005. Вып. 10. С. 125–129.
- Ступин А.С., Постников А.Н.** Стимулирующее действие циркона на процесс прорастания семян яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 7. С. 30–32.
- Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко Л.И.** Хвойные российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования. Владивосток: Дальнаука, 2007. 440 с.
- Усенко Н.В.** Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Хабаровск: Кн. изд-во, 1969. 416 с.
- Устименко И.Ф., Постников А.Н.** Эффективность препарата Циркон при возделывании картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 4. С. 38–39.
- Чукарина А.В.** Регуляторы роста и агрохимикаты, их роль при выращивании посадочного материала для искусственных лесов Ростовской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. Вып. 39. С. 99–102.
- Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2017. – 811 с.