

ВЛИЯНИЕ КОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТА ОДНО-ДВУЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ ПИХТЫ ПОЧКОЧЕШУЙНОЙ НА ИХ ДАЛЬНЕЙШИЙ РОСТ

Изучена продолжительность положительного влияния корневой подкормки стимуляторами роста одно-двухлетних сеянцев пихты почкочешуйной (белокорой) (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) на их рост в последующие два года после прекращения подкормки.

Ключевые слова: пихта почкочешуйная, стимуляторы роста, лесной питомник, сеянец, корневая подкормка.

V.V. Ostroshenko, L.Yu. Ostroshenko, V.Yu. Ostroshenko

THE INFLUENCE OF THE ROOT ADDITIONAL FERTILIZING BY THE GROWTH STIMULANTS OF THE ANNUAL-BIENNIAL KHINGAM FIR SEEDLINGS ON THEIR FOLLOWING GROWTH

The duration of the positive influence of the root additional fertilizing of the annual-biennial Khingam fir (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) seedlings on their growth in the following two years after the fertilizing ceasing is studied.

Key words: Khingam fir, growth stimulants, forest nursery, seedling, root additional fertilizing.

Введение. Дальневосточные леса разнообразны и богаты по флористическому составу. Только представителей рода пихта (*Abies* Mill.) в лесном фонде Дальнего Востока произрастает пять видов: почкочешуйная (белокорая, амурская) (*A. nephrolepis* Maxim.), цельнолистная (*A. holophylla* Maxim.), Майра (*A. mayriana* Miyabe et Kudo), сахалинская (*A. sachalinensis* Mast.), Вильсона (*A. wilsonii* Miyabe et Kudo). Наиболее распространена пихта почкочешуйная. Растет пихта преимущественно на горных склонах, поднимаясь в горы до 1200 м. Это придает ей значение горноукрепительной и водорегулирующей породы, способствующей сохранению экологического равновесия в горных лесах Дальнего Востока [12].

Древесина пихты почкочешуйной – наименее ценная среди хвойных пород Дальнего Востока, но при наличии значительных ее запасов выполняет заметную роль в лесопотреблении. Используется в качестве строительных и пиловочных бревен, столбов. Хороший материал для ящичной тары, изготовления штукатурной дранки. Хвоя пихты – наилучшее сырье для производства хвойных эфирных масел. Заслуживает внимания в озеленении. Необходимы меры по сохранению и воспроизводству пихтовых лесов. Основными направлениями по сохранению дальневосточной пихты является охрана лесов от лесных пожаров, незаконных рубок спелой древесины, интенсификация работ по лесовосстановлению за счет применения стимуляторов роста, положительно зарекомендовавших себя в опытных работах, проводимых в последние десятилетия в лесном хозяйстве [2, 4–10].

Настоящая работа посвящена изучению эффективности применения стимуляторов (регуляторов) роста: эпин-экстра, циркон и крезацин – при выращивании сеянцев пихты почкочешуйной. Данные стимуляторы роста положительно зарекомендовали себя в сельском хозяйстве [2, 4, 5]. Начаты исследования по возможности их применения в лесном хозяйстве, в частности – в лесовосстановлении [6–10]. По физиологическому воздействию данные стимуляторы отнесены к классу регуляторов роста, повышают всхожесть семян, рост, цветение, корнеобразование; активизируют процессы синтеза хлорофилла, устойчивость к грибковым и инфекционным заболеваниям, засухе, холodu. Безопасны для человека, животных и полезных насекомых, экологически безвредны. Препараты включены в Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [11]; легко растворимы в воде и свободно реализуются торговой сетью.

Литературные источники отражают три направления по применению стимуляторов роста: обработка семян перед посевом для повышения их грунтовой всхожести, внекорневая и корневая подкормка сеянцев на питомнике [6–11].

Цель работы. Изучение влияния корневой подкормки стимуляторами роста: эпин-экстра, циркон и крезацин – в первые два года роста сеянцев пихты почковешайной (белокорой) на их рост и развитие в последующие годы после прекращения подкормки.

Задачи

1. Агротехнический уход и последующие наблюдения за ростом трех-четырехлетних сеянцев по высоте, диаметру корневой шейки, корневой системе и фитомассе.

2. Анализ влияния проведенной корневой подкормки одно-двухлетних сеянцев стимуляторами роста: эпин-экстра, циркон и крезацин – на дальнейший рост сеянцев пихты почковешайной без проведения дополнительной подкормки в последующие годы.

Методика работы. Объект исследований – питомник Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова ДВО РАН (ГТС). Семена пихты почковешайной собраны осенью 2011 г. в дендрарии ГТС и квартале № 52 лесного участка Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА) Уссурийского филиала КГКУ «Приморское лесничество» и весной 2012 г. высажены в грядки питомника.

Подготовка почвы заключалась в предварительной ручной копке и устройстве гряд для посева семян. Высота гряд – около 20 см от поверхности почвы. Расположение посевных строк в грядках поперечное. Расстояние между центрами посевых строк 20 см, между вариантами опытов – 40 см. Глубина заделки семян – 1,5 см. После посева семян поверхность гряд уплотняли и мульчировали свежими опилками слоем до 1 см. Посевы притеняли щитами. По мере необходимости сеянцы поливали.

После появления всходов и начала роста сеянцев по высоте и во второй год роста (в июне) в вечерние часы в сухую погоду, при отсутствии прогноза на дождь, проводили корневую подкормку сеянцев свежеподготовленными растворами стимуляторов эпин-экстра, циркон и крезацин. Концентрация растворов: 1мл/10 л и 1мл/100 л воды. Контроль – сеянцы, не подвергавшиеся корневой подкормке стимуляторами роста. С третьего года роста сеянцев корневую подкормку прекращали.

За сеянцами проводили агротехнический уход, заключающийся в прополке сорняков и рыхлении почвы между посевными строками. В течение четырех лет наблюдали за ростом сеянцев.

По окончании каждого года вегетации сеянцев от каждого варианта опыта методом случайной выборки (каждый пятый сеянец) отбирали по 25 шт. растений (для обеспечения малой выборки при статистической обработке), у которых замеряли высоту надземной части. Рассчитывали средние величины и выявляли модельные экземпляры. Выкалывали по три модельных сеянца, у которых замеряли диаметр корневой шейки и длину мочки корня. Сеянцы разделяли на корневую систему и надземную часть (стволик, веточки, хвоя) и определяли их массу в свежем состоянии. Затем их высушивали, взвешивали и определяли указанные показатели роста в воздушно-сухом состоянии. Материалы полевых опытов подвергали статистической обработке в прикладной программе Microsoft Excel «СТАТИСТИКА» [3]. Полученные результаты сравнивали по вариантам опытов и с контролем.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных метеонаблюдений, проводимых на Горнотаежной станции, показывает, что погодные условия в период проведения опытов были в пределах среднемноголетних.

Положительное влияние корневой подкормки стимуляторами на рост опытных сеянцев пихты проявилось уже в первый год роста. Наблюдалась активизация нарастания корневой системы. Так, в зависимости от концентрации раствора подкормка препаратом «крезацин» превышала контроль по длине мочки корня на 1,4–2,8 %, «эпин-экстра» – на 1,4–5,6 и «циркон» – на 8,3–12,5 %; соответственно по диаметру шейки корня на 5,6–11,1 %; по высоте – на 7,1–10,7 %.

Активизация роста однолетних сеянцев в сочетании с проведенной подкормкой обусловила дальнейший эффективный рост двухлетних сеянцев [6–8]. Так, в зависимости от концентрации раствора длина мочки корня превышала контроль у циркона на 12,5–15,6 %, у крезацина на 2,1–5,2 % и у эпин-экстры на 2,1–3,1 %; по диаметру шейки корня соответственно: 5,3–26,3 %; по высоте – 7,7–46,2 %.

Подкормка препаратами «эпин-экстра» и «крезацин» в концентрации раствора 1 мл /10 л превышала контроль на 15,8 и 10,5 %; в более низкой концентрации – на 5,3 %. Активизация роста корневой системы сеянцев обусловила повышение энергии их роста по высоте. Так, применение циркона в концентрации раствора 1 мл/10 л обусловило повышение высоты сеянцев в среднем на 46,2 %, соответственно препаратов: «эпин-экстра» – на 25,6 %, «крезацин» – на 20,5 %. Существенность различий в пределах 4,0–5,9. В конце второго года роста у опытных сеянцев отмечено начало формирования кроны. Так, при корневой подкормке раствором циркона концентрацией 1 мл/10 л у 44 % сеянцев отмечено заложение почек боковых побегов; при концентрации 1 мл/100 л – 4 %. Применение стимулятора эпин-экстра обусловило заложение боковых почек соответственно у 12 и 36 % сеянцев.

У трехлетних сеянцев из заложенных боковых почек началось развитие боковых побегов. Начиная с третьего года роста корневую подкормку сеянцев не проводили. Однако положительное воздействие стимуляторов на их рост, наблюдаемое в первые два года, продолжалось (табл. 1).

У сеянцев, подкормленных раствором циркона концентрацией 1 мл/10 л, длина мочки корня превышала контроль на 41,8 %; концентрацией 1 мл/100 л – на 18,5 %; подкормленных растворами эпин-экстра и крезацином соответственно на 13,3–2,0 и 21,4–11,2 %.

Таблица 1

Влияние корневой подкормки стимуляторами одно-двухлетних сеянцев пихты почковешайной в последующий, третий год их роста на лесном питомнике

Номер п/п	Стимулятор / концентрация раствора, мл/л	Среднее значение высоты, $M \pm m$, см	Существенность различий	Диаметр шейки корня, мм	Длина мочки корня, см
1	Контроль	$11,5 \pm 0,19$	-	2,7	9,8
2	Эпин-Экстра:				
	1×10	$14,8 \pm 0,31$	$8,9 > 3$	3,1	11,1
	процент к контролю	+28,7		+14,8	+13,3
	1×100	$11,9 \pm 0,12$	$1,82 < 3$	2,8	10,0
	процент к контролю	+3,5		+3,7	+2,0
3	Циркон:				
	1×10	$16,9 \pm 0,41$	$11,74 > 3$	4,0	13,9
	процент к контролю	+47,0		+48,1	+41,8
	1×100	$13,6 \pm 0,29$	$6,0 > 3$	3,2	11,6
	процент к контролю	+18,3		+18,5	+18,4
4	Крезацин:				
	1×10	$15,4 \pm 0,38$	$7,36 > 3$	3,8	11,9
	процент к контролю	+33,3		+40,7	+21,4
	1×100	$12,9 \pm 0,41$	$3,0 = 3$	2,9	10,9
	процент к контролю	+12,2		+7,4	+11,2

Средний диаметр шейки корня превышал контроль при подкормке цирконом на 48,1–18,5 %; эпин-экстра – на 14,8–3,7; крезацином – на 40,7–7,4 %. В зависимости от примененного стимулятора роста и концентрации его раствора высота опытных сеянцев колебалась в пределах 14,8–16,9 см, а толщина стволиков у корневой шейки – 3,1–4,0 см. К концу вегетации сеянцы достигли (и даже превысили на 24–40 %) размеров, стандартных по действующему ГОСТу [1].

Активность роста сеянцев наблюдалась и на четвертый год. В зависимости от препарата и концентрации раствора у четырехлетних сеянцев средние показатели роста превышали контроль: по высоте на 7,2–24,8 %; диаметру шейки корня – на 16,1–77,4 %; длине мочки корня – на 1,7–28,8 % (табл. 2, рис. 1–3).

Таблица 2

Влияние корневой подкормки стимуляторами одно-двухлетних сеянцев пихты почковешайной в четвертый год их роста на лесном питомнике

Номер п/п	Стимулятор / концентрация раствора, мл/л	Среднее значение высоты, $M \pm m$, см	Существенность различий	Диаметр шейки корня, мм	Длина мочки корня, см
1	Контроль	$15,3 \pm 0,31$	-	3,1	11,8
2	Эпин-Экстра:				
	1×10	$17,1 \pm 0,24$	4,5 > 3	4,1	12,9
	процент к контролю	+11,8		+32,3	+9,3
	1×100	$16,4 \pm 0,35$	3,1 > 3	3,6	12,0
	процент к контролю	+7,2		+16,1	+1,7
3	Циркон:				
	1×10	$19,1 \pm 0,45$	6,9 > 3	5,5	15,2
	процент к контролю	+24,8		+77,4	+28,8
	1×100	$17,4 \pm 0,38$	4,3 > 3	4,0	14,1
	процент к контролю	+13,7		+29,0	+19,5
4	Крезацин:				
	1×10	$18,2 \pm 0,35$	6,2 > 3	4,3	14,3
	процент к контролю	+19,0		+38,7	+21,2
	1×100	$16,7 \pm 0,23$	3,6 > 3	3,8	12,7
		+9,2		+22,6	+7,6

Влияние стимуляторов роста проявилось также и в формировании биомассы сеянцев: массы хвои, корневой мочки корня, количества веточек в кроне растения.

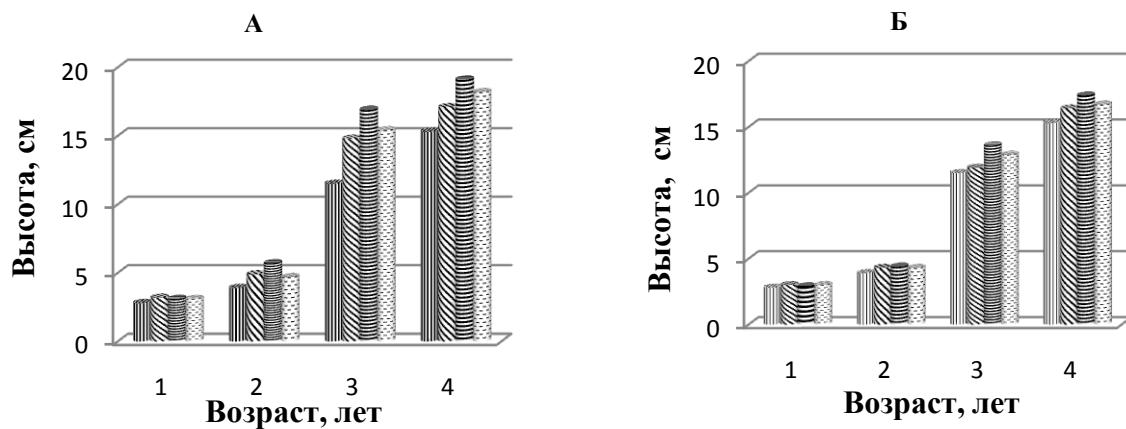


Рис. 1. Влияние корневой подкормки стимуляторами на рост сеянцев пихты почковешайной по высоте:

A – концентрация препарата 1мл/10 л; Б – 1мл/100 л

Условные обозначения: – контроль; препараторы: – эпин-экстра,
 – циркон – крезацин

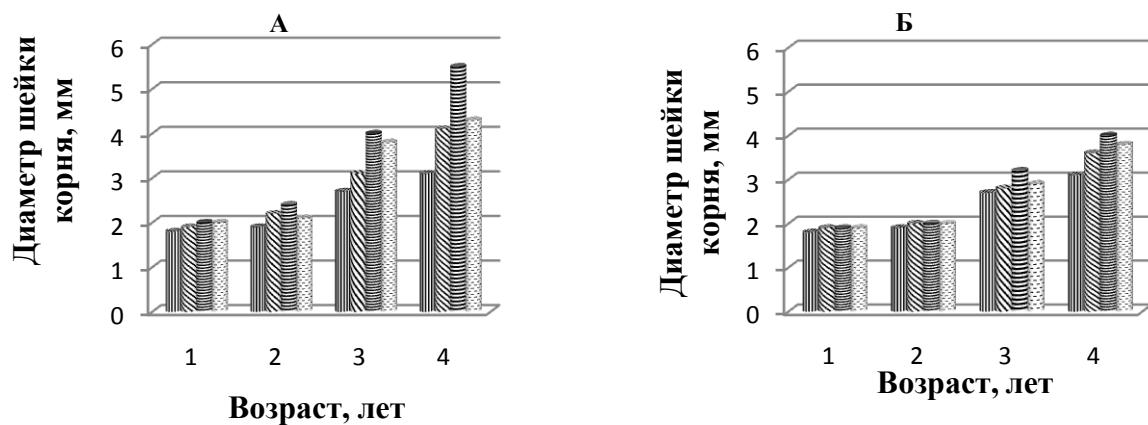


Рис. 2. Влияние корневой подкормки стимуляторами на рост сеянцев пихты почкочешуйной по диаметру шейки корня: А – концентрация препарата 1мл/10 л; Б – 1мл/100 л
Условные обозначения те же, что и на рис. 1

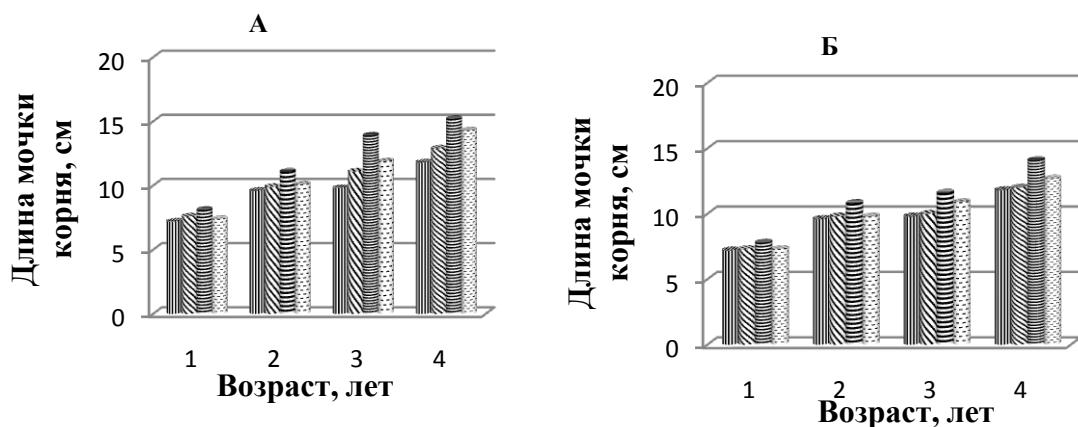


Рис. 3. Влияние корневой подкормки стимуляторами на рост сеянцев пихты почкочешуйной по длине мочки корня: А – концентрация препарата 1мл/10 л; Б – 1мл/100 л
Условные обозначения те же, что и на рис. 1

Так, масса хвои в воздушно-сухом состоянии 4-летнего сеянца пихты на контроле составила 1,17 г; при корневой подкормке концентрацией раствора 1 мл/10 л: стимулятором эпин-экстра – 1,79 г, цирконом – 3,86 г, крезацином – 1,94 г (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3

Влияние стимуляторов роста на формирование биомассы четырехлетних сеянцев пихты почкочешуйной (концентрация раствора 1мл / 10л)

Но- мер п/п	Стимулятор / концентрация раствора, мл/л	Количе- ство ве- точек первого порядка, шт.	Сухая масса сеянца в воздушно-сухом состоянии, г					
			Ство- лик	Ве- точки	Хвоя	Итого надзем- ная часть	Корне- вая систе- ма	Об- щая мас- са
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Контроль	4	0,45	0,15	1,17	1,77	0,56	2,33
2	Эпин-Экстра	6	0,82	0,35	1,79	2,96	1,14	4,10

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Процент к контролю к общей массе соянца	150,0	82,2	133,3	53,0	67,2	103,6	76,0
		-	20,0	8,5	43,7	72,2	27,8	100
3	Циркон	9	1,74	0,96	3,86	6,56	2,45	9,01
	Процент к контролю к общей массе соянца	225,0	286,7	540,0	230,0	270,6	437,5	286,7
		-	19,3	10,7	42,8	72,8	27,2	100
4	Крезацин	11	0,90	0,39	1,94	3,23	1,19	4,42
	Процент к контролю к общей массе соянца	275,0	100,0	160,0	221,7	82,5	112,5	8,97
		-	20,36	8,82	43,89	73,1	26,92	100



Рис. 4. Сухая масса четырехлетних соянцев пихты почкочешуйной при подкормке соянцев стимуляторами роста концентрацией раствора 1 мл/10 л: 1 – контроль; подкормка соянцев стимулятором роста: 2 – циркон; 3 – эпин-экстра; 4 – крезацин; а – мочка корня; б – стволик и веточки, в – хвоя

Выводы. Первые опыты позволяют сделать вывод о возможности применения стимуляторов роста и в лесном хозяйстве. Стимуляторы (регуляторы) роста: циркон, крезацин, эпин-экстра – эффективны при выращивании сеянцев пихты почковешуйной. Наиболее эффективен препарат циркон.

Корневая подкормка сеянцев концентрацией раствора 1 мл/10 л наиболее активно стимулирует корнеобразование сеянцев, их рост по высоте и биомассе, развитие боковых побегов и формирование кроны растений. Трехлетние сеянцы можно использовать в качестве посадочного материала при закладке лесных культур или пересаживать в школьное отделение питомника для дальнейшего выращивания саженцев и использования в ландшафтном строительстве.

Выявлена возможность сокращения сроков выращивания посадочного материала пихты почковешуйной на 1 год.

Проводимая в первые два года роста сеянцев корневая подкормка стимуляторами роста сохраняет свое эффективное воздействие в последующие два года роста. Необходимо выяснить, до какого возраста растений оно будет продолжаться.

Считаем необходимым продолжить опыты по использованию других стимуляторов (регуляторов) роста при выращивании посадочного материала для лесных питомников, а также рассчитать себестоимость и экономическую эффективность использования стимуляторов роста при выращивании посадочного материала.

Литература

1. ОСТ 56-98-93. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия. – М., 1993.
2. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 24–26.
3. Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве: учеб. пособие. – Уссурийск: Изд-во ПГСХА, 2001. – 125 с.
4. Мухин В.Д. Подготовка семян овощных культур к посеву. – М.: Московский рабочий, 1979. – 116 с.
5. Никелл Л. Регуляторы роста растений (применение в сельском хозяйстве). – М.: Колос, 1984. – 190 с.
6. Влияние корневой подкормки стимулятором «Эпин» на рост двулетних сеянцев рода *Abies Mill.* / В.В. Острошенко, В.А. Полещук, Л.Ю. Острошенко [и др.] // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (31 марта 2014 г.): в 13 ч. Ч. 8. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. – С. 120–124.
7. Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Острошенко В.Ю. Применение стимулятора роста «Крезацин» при выращивании сеянцев рода пихта (*Abies*) // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 184–189.
8. Острошенко В.Ю. Эффективность корневой подкормки стимулятором «Циркон» при выращивании двулетних сеянцев пихты почковешуйной (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. и пихты цельнолистной (*A. holophylla* Maxim) // Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием. – Хабаровск: Изд-во ДальнИИЛХ, 2014. – С. 311–314.
9. Пентелькина Н.В. Экологически чистые технологии на основе использования стимуляторов роста // Экология, наука, образование, воспитание: сб. науч. тр. – Брянск. 2002. – Вып. 3. – С. 69–71.
10. Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю. Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. БГИТА. – Брянск, 2005. – Вып. 10. – С. 125–129.

11. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2004. – 575 с.
12. Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока: справ. кн. – Хабаровск: Примурские ведомости, 2009. – 272 с.

УДК 632.9

*И.Р. Сафина, С.В. Хижняк, В.Н. Крикунов,
Т.Р. Шевелева, Т.А. Иванова*

ВЛИЯНИЕ СМЕСИ ПСИХРОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ И БАКТЕРИЙ-АЗОТФИКСАТОРОВ НА ПОРАЖЕНИЕ КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Обработка семян смесью пещерных психрофильных бактерий-антагонистов и свободноживущих азотфиксацирующих бактерий вызвала статистически значимое снижение корневой гнили пшеницы и ячменя и повысила урожайность в полевом эксперименте на 18 %.

Ключевые слова: психрофильные бактерии, азотфиксацирующие бактерии, корневая гниль, зерновые, биологическая борьба с фитопатогенами.

*I.R. Safina, S.V. Khizhnyak, V.N. Krikunov,
T.R. Sheveleva, T.A. Ivanova*

EFFECTS OF COLD-ADAPTED BACTERIAL ANTAGONISTS AND NITROGEN-FIXING BACTERIA MIXTURE ON THE ROOT ROT LESIONS AND YIELD OF CEREALS

Seeds treatment with the mixture of cave cold-adapted bacterial antagonists and free-living nitrogen-fixing bacteria caused a statistically significant reduction in root rot of wheat and barley and yield increase by 18% in the field experiment.

Key words: cold-adapted bacteria, N-fixing bacteria, root rot, cereals, biological control of plant pathogens.

Введение. Ключевыми условиями получения высоких урожаев являются борьба с болезнями и обеспечение полноценного минерального питания растений. В настоящее время в целях ограничения нагрузки на окружающую среду и повышения качества сельскохозяйственной продукции развитые государства вводят существенные ограничения на применение химических пестицидов и переориентируют сельхозпроизводителей на использование биологических средств защиты растений. Кроме этого, всё большее распространение получают микробиологические средства поддержания почвенного плодородия на основе свободноживущих азотфиксацирующих бактерий как альтернатива минеральным удобрениям [6–8, 11]. При этом предпочтение отдаётся разработке биологических препаратов на основе штаммов микроорганизмов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона [9, 10, 12].

Ранее нами было показано, что в условиях Сибири хорошую перспективу имеют биопрепараты на основе психрофильных и психротолерантных бактерий, выделенных из холодных карстовых пещер. Температурные пределы роста данных бактерий позволяют им успешно развиваться в почвах умеренной климатической зоны, в том числе при низких температурах начала вегетационного периода, когда обычные биопрепараты малоэффективны. В то же время эти бактерии не способны к росту при температуре человеческого тела, что исключает возможность возникновения заболеваний у человека и теплокровных животных даже при массированной инокуляции организма [1, 5]. Исполь-