

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

© 2011 г. Е.Ю. Бахтенко<sup>1</sup>, Ю.А. Суслов<sup>1</sup>, П.Б. Курапов<sup>1</sup>, Т.В. Хуршкайнен<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Вологодский государственный педагогический университет

160600 Вологда, ул. С. Орлова, 6, Россия

E-mail: bakhtenko@yandex.ru

<sup>2</sup>Институт химии Коми НЦ УрО РАН

167982 Сыктывкар, ГСП, ул. Первомайская, 48, Республика Коми, Россия

Поступила в редакцию 14.02.2011 г.

Изучено влияние регуляторов роста растений, полученных путем переработки природного сырья и включающих комплекс растительных терпеноидов (ВЭРВА, терпенол) и флавоноидов (лариксин), на прорастание, темпы роста, на содержание фитогормонов (ИУК, АБК, зеатина, зеатинрибозид) в растениях и структуру урожая льна-долгунца. Биопрепараты стимулировали прорастание семян, темпы роста растений. В полевом опыте установлено увеличение урожайности льносоломой и семян льна-долгунца при их использовании. В производственном опыте показана эффективность действия препарата ВЭРВА на повышение урожайности льносоломой, семян и льноволокна.

*Ключевые слова:* эффективность, регуляторы роста растений, лен-долгунец.

### ВВЕДЕНИЕ

Лен-долгунец является одной из важнейших технических культур России. Развитие производства льна-долгунца для создания отечественной конкурентоспособной сырьевой базы – одно из приоритетных направлений растениеводства [1].

Для повышения урожайности и качества льнопродукции предлагаются современные технологии выращивания льна-долгунца, особенностью которых является применение для обработки семян и вегетирующих растений рострегулирующих препаратов. Регуляторам роста принадлежит важная роль в повышении продуктивности и качества урожая льноволокна и семян, формировании растений с улучшенными параметрами для последующей технологической переработки [2]. Наиболее перспективными для широкого применения являются биопрепараты на основе растительного сырья, которые используют в низких концентрациях, не загрязняя окружающую среду [3]. В последние годы разработаны и внедряются в производство препараты, полученные путем переработки хвои и древесины лесных пород [2, 4].

В Институте химии Коми НЦ УрО РАН на основе эмульсионного способа переработки древесной зелени пихты получен препарат **ВЭРВА**. Химический состав активной части препарата состоит из натуральной смеси натриевых солей тритерпеновых

кислот *Abies sibirica* L. Препарат не токсичен, хорошо растворяется в воде, высокоэффективен при малых концентрациях, повышает иммунитет растений и их устойчивость при неблагоприятных погодных условиях [5]. Исследованиями установлено стимулирующее влияние биопрепарата на энергию прорастания и всхожесть семян сельскохозяйственных культур, продуктивность картофеля, капусты белокочанной, моркови столовой, льна-долгунца, укореняемость зеленых черенков ягодных культур [4–7].

Регулятор роста терпенол создан на основе экстрактов из хвои сосны. Препарат представляет собой 50%-ный водно-щелочной раствор смеси природных терпеноидов. Действующим началом препарата является хвойный бальзам под названием «Бавитер СД», который получают дистилляцией кубового остатка от ректификации соснового флотомасла-сырца. По химическому составу терпенол – это сложная смесь смоляных и жирных кислот, сескви- и дитерпеновых углеводов и их кислородсодержащих производных. Установлена эффективность применения терпенола для увеличения урожайности, повышения качества продукции, снижения поражаемости болезнями различных культур [8, 9].

Из древесины лиственницы сибирской получен препарат лариксин, основой которого является дигидрохверцетин – флавоноид, относящийся к группе флавоноолов. Лариксин является индуктором

иммунитета к грибковым заболеваниям, увеличивает устойчивость и урожайность культур, ускоряет прорастание и всхожесть семян. Допускается к применению на сое, сахарной свекле, подсолнечнике, ячмене, пшенице яровой и озимой, картофеле, льне-долгунце [2, 3, 7].

Для разработки эффективных методов использования регуляторов роста необходимо проведение комплексных исследований в различных агроклиматических условиях. Представляет интерес сравнительное изучение препаратов на льне-долгунце для включения в технологию выращивания культуры. В Вологодской области такой подход является востребованным, поскольку регион относится к льносеющим, посевная площадь льна составляет более 7 тыс. га.

Цель работы – сравнение эффективности регуляторов роста (ВЭРВА, лариксина, терпенола) и способов их применения при выращивании льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) в условиях Вологодской области.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлся лен-долгунец сортов Дашковский и Лира. Оба сорта среднеспелые, районированы в Вологодской обл. Опыты проводили в 2007–2009 гг. Полевые опыты – на учебно-опытном поле Вологодского государственного педагогического университета, лабораторные опыты по изучению прорастания семян – в лаборатории физиологии растений ВГПУ, производственные испытания – на полях ЗАО “Шексна” (Вологодская обл., Шекснинский р-н).

Исследовали препараты лариксин, терпенол и ВЭРВА. Нормы внесения препаратов: лариксин – 250 мл/т (обработка семян), терпенол – 100 мл/т (обработка семян) или 100 мл/га (опрыскивание посева), ВЭРВА (КЭ, 10 г/л) – 300 мл/т (обработка семян) или 200 мл/га (опрыскивание посева).

Внесение препаратов осуществляли путем предпосевной обработки семян (расход рабочего раствора 20 л/т) или опрыскивания растений в фазе елочки (расход рабочего раствора 200 л/га). При двойной обработке проводили обработку семян и опрыскивание посева в фазе елочки. Контрольные растения обрабатывали водой. Таким образом, опыт включал варианты (сорт Дашковский): 1. Контроль (обработка водой); 2. Лариксин (обработка семян); 3. Терпенол (1) – предпосевная обработка семян; 4. Терпенол (2) – опрыскивание посева в фазе елочки; 5. Терпенол (3) – предпосевная обработка семян и опрыскивание в фазе елочки; 6. ВЭРВА (1) – предпосевная

обработка семян; 7. ВЭРВА (2) – опрыскивание посева в фазе елочки; 8. ВЭРВА (3) – предпосевная обработка семян и опрыскивание посева в фазе елочки.

Варианты для сорта Лира: 1. Контроль (обработка водой); 2. Лариксин (обработка семян); 3. Терпенол (3) – предпосевная обработка семян и опрыскивание посева в фазе елочки; 4. ВЭРВА (3) – предпосевная обработка семян и опрыскивание посева в фазе елочки.

В лабораторном опыте изучали влияние препаратов на энергию прорастания (через 72 ч после замачивания), на 7-е сут – на всхожесть семян, сухую и сырую массу проростков льна-долгунца сорта Дашковский. Замачивание семян в растворах регуляторов роста проводили в течение 1 сут в чашках Петри. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности по 100 шт. семян.

В полевом опыте площадь делянок была равна 6 м<sup>2</sup>. Почва опытного поля характеризовалась как окультуренная, дерново-подзолистая. Посев проводили в оптимальные для климатической зоны сроки. Агротехника возделывания льна – общепринятая для зоны. Исследовали действие препаратов на высоту, биомассу растений, среднесуточные приросты, продуктивность. Анализ структуры урожая проводили с учетной площади делянки 2 м<sup>2</sup>. Определяли общую и техническую высоту, массу растения, массу семян и число коробочек на 1-м растении, число семян в коробочке, массу 1000 семян.

Определение содержания свободных форм фитогормонов: абсцизовой кислоты (АБК), индолилуксусной кислоты (ИУК), зеатина (З), зеатинрибозида (ЗР) проводили иммуноферментным методом [9]. Верхушки побегов фиксировали в 80%-ном этаноле в период быстрого роста через 3 нед после обработки регуляторами роста. Очистку АБК и ИУК проводили по модифицированному экстракционному методу [10]. Цитокинины разделяли с помощью тонкослойной хроматографии [11]. Оптическую плотность раствора измеряли при длине волны 492 нм. В качестве стандарта использовали известные количества зеатина (“Serva”, США) и метилизованных АБК и ИУК (“Serva”, США).

В производственном опыте исследовали действие препарата ВЭРВА на структуру и качество урожая льна-долгунца сорта Лира. Опыт проводили на полях ЗАО “Шексна”, площадь делянки 5 га. Почва характеризовалась как слабоокультуренная, дерново-сильнопodzолистая легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика: рН 5,7, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 222, К<sub>2</sub>О – 118 мг/кг, органическое вещество – 1,62%. Посев льна-долгунца проведен в период с 15 по 21 мая. Норма высева – 17 млн. всхожих семян/га,

междурядья – 7.5 см, глубина заделки – 2 см. Доза минеральных удобрений – N35P87K141. Первую обработку по всходам провели при высоте растений 3–10 см препаратом ВЭРВА в баковой смеси с инсектицидом карате зеон (0.1 л/га) в дозе 0.2 г д.в./га. Расход рабочей жидкости 200 л/га. Вторая обработка проведена в фазе елочки при высоте растений 10–15 см препаратом ВЭРВА в баковой смеси с гербицидами фюзилад форте (1л/га) + лантрен 300 (300 мл/га) + ПИК (15 г/га) в дозе 0.2 г д.в./га. Расход рабочей жидкости 200 л/га.

Полевые и лабораторные испытания проводили с учетом рекомендаций ВНИИ льна. Данные обработаны статистически с использованием программы Excel [12]. В таблицах представлены средние арифметические и стандартные отклонения.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение препаратов увеличило энергию прорастания и всхожесть семян, сырую и сухую массу проростков (табл. 1). Регуляторы роста спо-

собствовали интенсивному включению запасных веществ в метаболизм растений, что привело к активизации прорастания семян. Наибольший эффект оказал препарат ВЭРВА. Если в контроле полевая всхожесть составила 85%, то при обработке ВЭРВА – 95%. Сырая масса 7-суточных проростков, выращенных из семян, обработанных ВЭРВА, была на 17% больше по сравнению с проростками контрольного варианта.

У льна-долгунца принято различать 5 основных фаз роста, которые характеризуются морфологическими изменениями в онтогенезе или образованием новых органов: всходы, елочка, бутонизация, цветение, созревание [13]. Продолжительность каждой фенологической фазы, как и всего жизненного цикла растений льна-долгунца, зависит от сортовых особенностей и условий выращивания. Фазы всходы и елочка отличаются медленным ростом в высоту. В данном опыте суточный прирост льна в этот период в контроле составил для сорта Дашковский – 0.40, сорта Лира – 0.51 см/сут (табл. 2).

**Таблица 1.** Влияние регуляторов роста на прорастание семян льна-долгунца сорта Дашковский

Вариант	Энергия прорастания	Полевая всхожесть	Масса 100 проростков, г	
	%		сырая	сухая
Контроль	80	85	2.63±0.03	0.52±0.004
Лариксин	82	90	2.85±0.04	0.53±0.003
Терпенол (1)	84	94	2.76±0.05	0.55±0.006
ВЭРВА (1)	86	95	2.90±0.05	0.53±0.005

**Таблица 2.** Среднесуточные приросты льна-долгунца, см/сут

Вариант			Период роста		
№ варианта	препарат	способ обработки	всходы–елочка	быстрый рост	цветение
Сорт Дашковский					
1	Контроль	Вода	0.40±0.01	2.02±0.06	1.50±0.03
2	Лариксин	Замачивание семян	0.40±0.03	2.26±0.05	1.68±0.04
3	Терпенол (1)	Замачивание семян	0.40±0.03	2.58±0.08	1.64±0.04
4	Терпенол (2)	Опрыскивание	0.46±0.02	2.35±0.05	1.49±0.05
5	Терпенол (3)	Двойная обработка	0.43±0.01	2.49±0.09	1.73±0.06
6	ВЭРВА (1)	Замачивание семян	0.40±0.02	2.68±0.10	1.86±0.07
7	ВЭРВА (2)	Опрыскивание	0.51±0.03	2.47±0.08	1.59±0.06
8	ВЭРВА (3)	Опрыскивание	0.45±0.02	2.46±0.07	1.81±0.06
Сорт Лира					
1	Контроль	Вода	0.51±0.02	2.80±0.04	1.19±0.02
2	Лариксин	Замачивание семян	0.61±0.03	2.83±0.05	1.31±0.03
3	Терпенол (3)	Двойная обработка	0.54±0.02	2.98±0.08	1.29±0.03
4	ВЭРВА (3)	Двойная обработка	0.59±0.02	3.02±0.07	1.36±0.04

Таблица 3. Морфологические показатели растений льна в фазе быстрого роста

Вариант	Высота растения, см	Сырая масса, г/растение			
		все растение	стебель	листья	
Сорт Дашковский					
1	Контроль	42.2±0.9	0.9±0.05	0.6±0.04	0.3±0.02
2	Лариксин	45.0±1.2	1.1±0.06	0.8±0.05	0.3±0.03
3	Терпенол (1)	48.9±1.3	1.2±0.05	0.8±0.07	0.4±0.02
4	Терпенол (2)	48.1±1.1	1.1±0.08	0.8±0.05	0.3±0.04
5	Терпенол (3)	48.8±1.2	1.4±0.09	1.0±0.06	0.4±0.03
6	ВЭРВА (1)	50.0±1.6	1.2±0.03	0.8±0.04	0.4±0.04
7	ВЭРВА (2)	51.0±1.7	1.5±0.11	1.1±0.09	0.4±0.03
8	ВЭРВА (3)	49.0±1.4	1.4±0.08	0.9±0.05	0.5±0.02
Сорт Ли́ра					
1	Контроль	44.5±0.8	1.1±0.05	0.7±0.03	0.4±0.01
2	Лариксин	45.7±1.1	1.1±0.07	0.7±0.05	0.4±0.03
3	Терпенол (3)	50.2±1.2	1.4±0.06	0.9±0.04	0.5±0.02
4	ВЭРВА (3)	49.7±1.3	1.5±0.08	1.0±0.06	0.5±0.04

Наиболее важный этап развития льна – период быстрого роста, когда формируется более половины общей высоты растений и технической длины стебля [13]. Суточный прирост растений сорта Дашковский в период интенсивного роста составил 2.02, сорта Ли́ра – 2.80 см/сут. С окончанием цветения суточные приросты резко уменьшились и составили для сорта Дашковский 1.50, сорта Ли́ра – 1.19 см/сут. Известно, что после цветения происходит удлинение цветочных побегов, а рост льна в высоту ослабевает, так как заканчивается рост технической части стебля [14].

Обработка регуляторами роста увеличила среднесуточные приросты льна-долгунца сорта Дашковский. Результаты зависели от фазы роста, препарата, способа обработки. В фазе елочки приросты возросли в вариантах 4, 5, 7, 8, где внесение препаратов проводили путем опрыскивания. В варианте с терпенолом приросты увеличились на 8–15% (варианты 4, 5), ВЭРВА – на 13–28% (варианты 7, 8).

Наибольший эффект от применения регуляторов роста у сорта Дашковский проявился в фазе быстрого роста. Среднесуточные приросты возросли при использовании препарата ВЭРВА на 22–33, терпенола – на 16–28, лариксина – на 12%. В этот период особенно увеличились приросты в вариантах, в которых проводили предпосевное замачивание семян. Это проявилось при обработке ВЭРВА и терпенолом.

В фазе цветения стимулирующее действие регуляторов роста на среднесуточные приросты сохранилось, хотя и в меньшей степени, чем в период быстрого роста. В вариантах с препаратом ВЭРВА приросты были на 6–24% больше, чем в контроле, при внесении терпенола – на 9–15%, лариксина – на 12%.

При использовании регуляторов роста на льне-долгунце сорта Ли́ра больший эффект препаратов проявился в период всходы–елочка, при этом среднесуточные приросты увеличились при внесении лариксина на 20, ВЭРВА – на 16, терпенола – на 6%.

Все исследуемые препараты оказали влияние на морфологические показатели растений (табл. 3). В фазе быстрого роста установлено достоверное увеличение высоты льна сорта Дашковский при внесении терпенола (на 14–16%) и ВЭРВА (на 16–21%). Сырая биомасса растений увеличилась в вариантах 5, 6, 7, 8: при обработке ВЭРВА (варианты 6, 7, 8) – в 1.3–1.6 раза, при двойной обработке терпенолом (вариант 5) – в 1.5 раза. Увеличилась доля стеблей и уменьшилась доля листьев в сырой массе. У сорта Ли́ра при использовании препарата ВЭРВА сырая масса увеличилась на 37, терпенола – на 26%.

Физиологическая активность подавляющего большинства регуляторов роста обусловлена их способностью оказывать влияние на гормональную систему растений. В этой связи в фазе быстрого

**Таблица 4.** Влияние регуляторов роста на содержание фитогормонов в растениях льна-долгунца в период быстрого роста, нг/г сырой массы

Вариант	ИУК	АБК	Зеатин + зеатинрибозид
Сорт Дашковский			
Контроль	15.9±0.4	12.24±0.9	3.52±0.03
Лариксин	17.5±0.5	19.5±1.0	3.82±0.09
Терпенол (3)	32.5±2.4	30.2±3.5	3.90±0.11
ВЭРВА (3)	19.0±0.6	27.8±3.0	3.75±0.05
Сорт Лира			
Контроль	17.1±0.4	16.7±0.7	2.94±0.12
Лариксин	19.2±0.5	21.5±0.9	4.33±0.31
Терпенол (3)	28.4±3.2	22.8±1.2	4.57±0.48
ВЭРВА (3)	19.9±0.6	22.2±1.1	3.72±0.14

роста проводили определение содержания свободных форм фитогормонов (табл. 4). Сорта льна-долгунца отличались по содержанию фитогормонов. У сорта Лира по сравнению с сортом Дашковский в контроле было больше содержание ИУК, что соответствовало более высоким среднесуточным приростам в период быстрого роста. Внесение регуляторов роста привело к увеличению содержания ИУК и АБК у обоих сортов, но в большей степени у сорта Дашковский. При обработке льна сорта Лира возросло содержание цитокининов (зеатина и зеатинрибозид). Более высокое содержание ИУК, АБК и цитокининов наблюдали при обработке терпенолом.

Формирование урожая – это сложный процесс, в котором участвуют многие взаимосвязанные аспекты жизнедеятельности растений. Усиление ростовых процессов льна под воздействием регуляторов роста не могло не отразиться на продуктивности (табл. 5).

При использовании регуляторов роста увеличилась высота растений и техническая длина стебля льна по сравнению с контрольным вариантом. Особенно высоким был показатель технической длины стебля в вариантах с обработкой терпенолом (1) и лариксином: 80.7 и 78.3 см соответственно. Прибавка технической высоты составила 7.2 и 4.8 см (контроль – 73.5 см).

Известно, что биологическую продуктивность оценивают по количеству сформировавшейся общей биомассы растения. Применение регуляторов роста привело к возрастанию массы растения в 1.4–1.7 раза. Наибольшая масса растения отмечена в вариантах с внесением терпенола (варианты 4, 5) и ВЭРВА (варианты 6, 7, 8).

Под действием препаратов увеличилась семенная продуктивность. Возросло число коробочек на растении, при внесении терпенола увеличилось и количество семян в коробочке. Масса семян с 1-го растения увеличилась при использовании ВЭРВА в 2 раза, лариксина – в 1.3 раза. В меньшей степени изменилась масса 1000 семян. При внесении терпенола наибольшая величина этого показателя отмечена в варианте с 2-кратным применением препарата (при обработке семян и в фазе елочки), при этом семенная продуктивность возросла в 2 раза.

**Таблица 5.** Влияние регуляторов роста на структуру урожая льна-долгунца сорта Дашковский

Вариант	Высота растения, см.	Техническая длина стебля, см	Масса растения, г/растение	Масса 1000 семян, г	Число коробочек, шт./растение	Число семян в коробочке, шт.	Масса семян, г/растение
1 Контроль	77.0±1.5	73.5±1.1	0.393±0.029	4.7±0.02	4	7	0.066±0.005
2 Лариксин	88.9±1.7	78.3±1.2	0.576±0.030	4.8±0.03	5	7	0.085±0.018
3 Терпенол (1)	90.3±2.6	80.7±1.3	0.544±0.021	4.76±0.04	4	7	0.071±0.015
4 Терпенол (2)	89.1±2.4	77.6±1.6	0.605±0.042	4.81±0.02	5	8	0.096±0.02
5 Терпенол (3)	88.1±1.8	76.9±1.4	0.606±0.037	4.74±0.05	6	8	0.134±0.014
6 ВЭРВА (1)	89.2±1.9	71.6±1.9	0.661±0.058	4.81±0.02	7	7	0.130±0.009
7 ВЭРВА (2)	86.7±1.4	74.0±2.1	0.599±0.031	4.81±0.01	7	7	0.131±0.017
8 ВЭРВА (3)	87.6±2.1	75.5±1.8	0.665±0.047	4.89±0.04	8	7	0.131±0.013

**Таблица 6.** Влияние регулятора роста ВЭРВА на урожайность льна-долгунца сорта Ли́ра

Показатель	Вариант	
	Контроль	ВЭРВА
Средний номер льнотресты	2.50	3.00
Урожайность льносолумы, ц/га	39	44
Урожайность льнотресты, ц/га	32	36.5
Урожайность всего волокна, ц/га	10.0	11.4
Урожайность длинного волокна, ц/га	4.3	6.3
Урожайность льносемян, ц/га	3.2	3.9

В условиях производственного опыта на полях ЗАО “Шексна” исследовали действие препарата ВЭРВА на лен-долгунец сорта Ли́ра. Урожайность льносолумы возросла на 12.8%, семян – на 21.9%, урожай льноволокна – на 1.4 ц/га. Прибавка от применения препарата ВЭРВА в урожае льносолумы составила 5 ц/га, семян – 0.7 ц/га. Урожайность льнотресты увеличилась на 4.5 ц/га, длинного волокна – на 2.0 ц/га. Средний номер тресты составил 3.0 (в контроле – 2.5).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследовано действие регуляторов роста (лариксина, терпенола, ВЭРВА) на двух сортах льна-долгунца. Все препараты являются вторичными метаболитами растений и получены путем переработки природного сырья. Установлено, что применение регуляторов роста являлось эффективным приемом повышения полевой всхожести семян льна, поскольку привело к увеличению энергии прорастания и всхожести семян, биомассы проростков. Наиболее эффективным оказался препарат ВЭРВА.

Активизация прорастания при использовании регуляторов роста способствовала возрастанию скорости роста, что проявилось в увеличении среднесуточных приростов после обработки препаратами. У сорта Дашковский этот эффект был особенно выражен в фазе быстрого роста, у сорта Ли́ра – в период всходы–елочка.

Различия между сортами установлены и при определении содержания фитогормонов в период быстрого роста. Сорт Ли́ра отличался более высоким содержанием ИУК и среднесуточным приро-

стом. При внесении регуляторов роста содержание фитогормонов возросло, но при обработке льна сорта Дашковский в большей степени увеличилось содержание ИУК и АБК, а сорта Ли́ра – цитокининов. Из использованных препаратов бóльший эффект на содержание гормонов оказал препарат терпенол.

Обработка семян и вегетирующих растений регуляторами роста привела к увеличению биологической и хозяйственной продуктивности льна-долгунца. Положительное влияние исследованных препаратов на продуктивность льна проявилось в увеличении высоты и технической длины растений по сравнению с контролем, количества сформировавшихся коробочек на 1-м растении, массы семян на 1-м растении.

Интенсивность воздействия терпенола зависела от способа его применения. Наиболее высокие показатели отмечены в варианте с 2-кратным применением препарата. По суммарной эффективности действия исследованных регуляторов роста можно судить о большей отзывчивости растений на препарат ВЭРВА, что проявилось в значительном возрастании биомассы растений и семенной продуктивности. Вместе с тем терпенол и лариксин в большей степени увеличили техническую длину стебля. В производственном опыте внесение ВЭРВА привело к увеличению урожайности льносолумы и льносемян, льнотресты и длинного волокна.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы.
2. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. 2008. № 12. С. 54–88.
3. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрохимия. 2005. № 11. С. 76–86.
4. Широких И.Г., Абубакирова Р.И., Карпова Е.М., Кучин А.В. Оценка Na-солей суммы тритерпеновых кислот *Abies sibirica* L. в качестве регулятора роста и стресспротектора яровой пшеницы // Агрохимия. 2007. № 1. С. 52–56.
5. Беляева Р.А., Кокоткина С.В., Расова С.Д., Машукова С.И., Триандафилова С.Н., Хуришайнен Т.В. Новый регулятор роста растений “ВЭРВА” – натуральный препарат из хвои пихты // Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на севере. Сыктывкар, 2007. С. 20–25.

6. Коковкина С.В., Хурикайнен Т.В. Новый биопрепарат ВЭРВА на посевах моркови // Земледелие. 2010. № 1. С. 38–39.
7. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов. 2009. С. 308. 331–332.
8. Якуба Г.В., Чекуров В.М., Вакуленко В.В. Применение терпеноидов на яблоне в условиях юга России // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 45–47.
9. Комякова Е.М., Антонова О.И. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество клубней картофеля в условиях колочной степи Алтайского края // Вестн. АлтайГАУ. 2008. № 9. С. 5–9.
10. Кудоярова Г.Р., Веселов С.Ю., Еркеев М.И. и др. Иммуноферментное определение индолилуксусной кислоты в семенах кукурузы с использованием меченых антител // Физиология растений. 1986. Т. 33. № 6. С. 1221–1227.
11. Кудоярова Г.Р., Веселов С.Ю., Каравайко Н.Н. и др. Иммуноферментная тест-система для определения цитокининов // Физиология растений. 1990. Т. 37. № 1. С. 193–199.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта М.: Колос, 1979. 416 с.
13. Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. Частная физиология полевых культур / Под ред. Кошкина Е.И. М.: КолосС, 2005. С. 213–265.
14. Ходянкova С.Ф. Динамика потребления питательных элементов в онтогенезе льна-долгунца // Агрехим. вестн. 2008. № 1. С. 30–32.

## Comparative Study of the Efficiencies of Plant Growth Regulators for Fiber Flax

**E.Yu. Bakhtenko<sup>1</sup>, Yu.A. Suslov<sup>1</sup>, B.P. Kurapov<sup>1</sup>, T.V. Khurshkainen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Vologda State Pedagogical University, ul. S. Orlova 6, Vologda, 160600 Russia, E-mail: bakhtenko@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Chemistry, Komi Scientific Center, Ural Division, Russian Academy of Sciences, Pervomaiskaya ul. 48, Syktyvkar, 167982 Russia*

The effect of plant growth regulators prepared from natural raw materials and containing plant terpenoids (Verva, terpenol) and flavonoids (Larixsin) on germination, growth, the content of phytohormones (IAA, ABA, zeatin, zeatin riboside) in plants, and the structure of fiber flax yield was studied. The biopreparations stimulated the germination of seeds and the growth of plants. An increase in the yield of flax straw and fiber flax seeds was revealed in a field experiment with the biopreparations. A positive effect of the Verva preparation on the yield of flax straw, seed, and fiber was shown in a production experiment.

*Key words: efficiency, plant growth regulators, fiber flax.*