



Научная статья
УДК 632.51:632.934.1:633.522
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_47

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА СНИЖЕНИЕ СТРЕССОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

И.И. Плужникова, Н.В. Криушин, И.В. Бакулова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье изложен анализ данных, полученных в течение 2021–2022 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в Пензенской области. Представлены результаты лабораторных и полевых исследований по оценке влияния регуляторов роста и некорневой подкормки в сочетании с гербицидами на ростовые процессы, всхожесть, сохранность и урожайность растений конопли посевной сорта Надежда. Протравливание семян препаратами Артафит, ВРК; АгроВерм Экран и Лигногумат обеспечивало в лабораторных условиях повышение длины корня, проростка, их массы и всхожести по сравнению с контролем без обработок. В полевых условиях установлено влияние препаратов Артафит, ВРК и Лигногумат на увеличение массы растения и корня, снижение массы сорняков. Повышение урожайности стеблей обеспечивало протравливание препаратом АгроВерм Экран на 9,2%, семян — препаратами Артафит, ВРК и АгроВерм Экран — на 4,0% по сравнению с контролем. Опрыскивания гербицидами Лонтрел гранд, ВДГ и Миура, КЭ позволяли снизить засоренность посевов и повысить урожайность стеблей на 4,2 и 7,7%, семян — на 4,0 и 6,9% по сравнению с контролем. Использование некорневой подкормки обеспечивало рост урожайности стеблей и семян на 5,6 и 7,5% по сравнению с контролем. Взаимодействие всех изучаемых факторов способствовало при использовании гербицида Лонтрел гранд, ВДГ на фоне некорневой подкормки с применением протравителем Артафит, ВРК формированию прибавки урожая стеблей и семян 1,5 и 0,34 т/га, с применением протравителя Лигногумат — прибавки урожая семян 0,31 т/га. При обработке гербицидом Миура, КЭ на фоне некорневой подкормки наибольшая прибавка урожая стеблей и семян получена при протравливании препаратом АгроВерм Экран — 1,8 и 0,45 т/га. При опрыскивании гербицидом в сочетании с обработкой семян препаратом Артафит, ВРК данные показатели составляли 1,2 и 0,43 т/га.

Ключевые слова: конопля посевная, гербициды, регуляторы роста, некорневая подкормка, ростовые процессы, всхожесть, сохранность, засоренность, урожайность растений

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Original article

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS AND FOLIAR TOP DRESSING ON REDUCING THE STRESS EFFECT OF HERBICIDES IN HEMP CROPS

I.I. Pluzhnikova, N.V. Kriushin, I.V. Bakulova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents an analysis of the data obtained during 2021–2022 at the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in the Penza region. The results of laboratory and field studies on the assessment of the effect of growth regulators and foliar top dressing in combination with herbicides on the growth processes, germination, preservation and yield of cannabis plants of the Nadezhda variety are presented. Etching of seeds with preparations Artafit, WSC; AgroVerm Screen and Lignohumate provided in laboratory conditions an increase in the length of the root, seedling, their mass and germination compared with the control without treatments. In the field, the effect of the preparations Artafit, WSC and Lignohumate on increasing the mass of the plant and root, on reducing the mass of weeds was established. The increase in the yield of stems was provided by etching with AgroVerm Screen by 9.2%, seeds — with Artafit, WSC and AgroVerm Screen — by 4.0% compared to the control. Spraying with herbicides Lontrel grand, WDG and Miura, CS allowed to reduce the contamination of crops and increase the yield of stems by 4.2 and 7.7%, seeds — by 4.0 and 6.9% compared with the control. The use of non-root top dressing ensured an increase in the safety of stems and the yield of stems and seeds by 5.6 and 7.5% compared with the control. The interaction of all the studied factors contributed to the formation of an increase in the yield of stems and seeds of 1.5 and 0.34 t/ha when using the herbicide Lontrel grand, VDG against the background of foliar fertilization with the use of the Artafit, WSC mordant, with the use of the Lignohumate mordant, an increase in the yield of seeds of 0.31 t/ha. When treated with the herbicide Miura, CS against the background of foliar top dressing, the greatest increase in the yield of stems and seeds was obtained by etching with the preparation AgroVerm Screen 1.8 and 0.45 t/ha. When sprayed with herbicide in combination with the treatment of seeds with Artafit, WSC preparation, these indicators were 1.2 and 0.43 t/ha.

Keywords: seed hemp, herbicides, growth regulators, foliar top dressing, growth processes, germination, safety, infestation, plant yield

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. Успешной основой защиты сельскохозяйственных растений от сорняков является высокая культура земледелия, своевременное выявление сорных растений и обязательное выполнение всех агротехнических мероприятий. Минимальная обработка почвы, отказ от лущения стерни зерновых, сокращение междурядных обработок пропашных культур привело к значительному засорению и распространению корнеотпрысковых и корневищных сорняков [1]. Результаты проведенных фитосанитарных мониторингов в Российской Федерации на наличие сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур показали, что засоренность составляла около 70% от всех обследуемых площадей, в том числе выше ЭПВ — 75% [2]. В России

потери урожая от сорняков весьма значительны и в последние годы составляют 15–18% от урожая зерновых хлебов, а потери пропашных культур достигают 50% и более [3].

Продолжающиеся процессы интенсификации современного сельского хозяйства невозможны без использования химических средств защиты растений. Наряду с приемами агротехники, направленными на снижение засоренности посевов, вводится экологически приемлемое и экономически обоснованное использование химического метода. Гербициды являются крупнейшим сегментом российского рынка ХСЗР. Применение гербицидов ведет к подавлению сорного компонента в посевах, что положительно сказывается на урожайности

культурных растений. Это подтверждается многолетним мировым опытом [4–5].

Однако следует отметить, что зачастую химические соединения в силу ряда причин могут действовать на нецелевые растения, вызывая нарушение физиологических и биохимических процессов в них. При длительном использовании гербицидов возможно снижение урожайности [6].

Посевы конопли, в связи с небольшой затеняющей поверхностью листьев, в начале вегетации часто зарастают сорняками [7]. На широколинейных посевах сорняки уничтожаются 3–4-кратным рыхлением междурядий, но остаются засоренными рядки и защитная зона, в связи с чем появляется необходимость в гербицидных обработках.

Таблица 1. Схема опыта (ФГБНУ ФНЦ ЛК, 2021-2022 гг.)
Table 1. Scheme of experience (CBFC, 2020-2021)

Варианты опыта		
фактор А — протравливание семян	фактор В — обработка гербицидами	фактор С — обработка растений удобрением в период начала бутонизации (9 пар листьев)
Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания)	Контроль (без опрыскивания)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Контроль (без опрыскивания)
Артафит, ВРК (регулятор роста растений) в норме расхода 0,150 л/т	Контроль (без опрыскивания)	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Контроль (без опрыскивания)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
АгроВерм Экран (микробиологический препарат на основе бактерий <i>Vacillus subtilis</i>) в норме расхода 1,0 л/т	Контроль (без опрыскивания)	Контроль (без опрыскивания)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
Лигногумат (гуминовое удобрение со свойствами стимулятора роста) в норме расхода 0,12 кг/т	Контроль (без опрыскивания)	Контроль (без опрыскивания)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Изагри Вита (1,0 л/га)

Таблица 2. Влияние протравителей на морфометрические показатели и лабораторную всхожесть проростков конопли посевной сорта Надежда (лабораторный опыт, 2021-2022 гг.)
Table 2. The influence of mordants on morphometric parameters and laboratory germination of hemp seedlings of the sowing variety Nadezhda (laboratory experience, 2021-2022)

Варианты опыта	Длина корешка, см	Длина проростка, см	Масса проростка с корешком, г	Лабораторная всхожесть, %
Контроль (обработка семян водой)	2,9	1,6	0,041	94,4
Артафит, ВРК	4,3	2,2	0,051	97,0
АгроВерм Экран	4,8	2,4	0,051	96,4
Лигногумат	4,2	2,3	0,048	96,2
НСР ₀₅	1,0	0,4	0,004	1,7

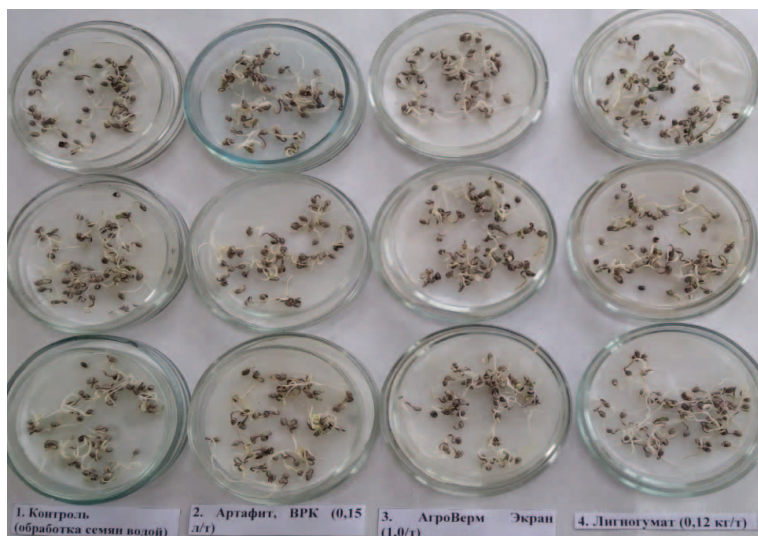


Рисунок 1. Проростки с корешками конопли посевной сорта Надежда в зависимости от использования протравителей Артафит, ВРК, АгроВерм Экран и Лигногумат (2021 г.)
Figure 1. Seedlings with roots of hemp seed variety Nadezhda, depending on the use of mordants Artafit, WSC, AgroVerm Screen and Lignohumate (2021)

В борьбе с сорной растительностью на культуре долгое время использовали гербициды Тиллам, КЭ (76,4 г/л пебулата), Вензар, СП (80 г/кг ленацила), Дуал, КЭ (50 г/л металохлора), применявшиеся путем опрыскивания почвы до появления всходов [8]. В настоящее время эти гербициды сняты с производства и на смену им ведется испытание ряда новых препаратов с более низкими нормами расхода, применяемых как при обработке почвы перед посевом, так и по вегетирующим растениям [9-11]. Экспериментальные данные по оценке действия гербицидов на растения конопли посевной могут послужить основой для их производственной проверки и государственной регистрации. Несмотря на высокую эффективность изучаемых гербицидов, отмечается их временные негативные влияния, например, на высоту растений, длину соцветий, диаметр стебля и другие характеристики.

Для снятия токсического действия гербицидов на обрабатываемую культуру, наряду с исследованиями по моделированию новых композиций со сниженными нормами расхода и более высокой избирательностью, ведется поиск веществ, способных подавить отрицательное действие препаратов, проводится скрининг новых антитоксических гербицидов с рострегулирующей активностью [12, 13]. Разнообразие применяемых на практике регуляторов роста позволяет получить неограниченное число эффектов, одним из которых является повышение стрессоустойчивости у культурных растений. При использовании гербицидов влияние этих препаратов может обеспечить улучшение состояния культурного растения [14-16].

С целью снижения гербицидной нагрузки на сельскохозяйственные культуры возможно также проведение некорневых подкормок [17, 18]. Использование листовых подкормок включено в интенсивные технологии возделывания полевых культур. С каждым годом увеличиваются объемы их применения на гектар пашни и ассортимент препаратов [19].

Таким образом, при разработке эффективных технологических приемов защиты конопли посевной от сорной растительности особый интерес вызывает изучение регуляторов роста различной природы и препаратов, предназначенных для листового питания с целью смягчения токсического действия гербицидов и экологизации приема химической защиты растений.

Материалы и методы. Целью исследований являлось изучение влияния гербицидов на фоне обработки семян защитно-стимулирующими препаратами и некорневой подкормки на засоренность посевов, морфометрические показатели, площадь листовой поверхности (ПЛП) и урожайность растений конопли посевной.

Эксперимент проводили в 2021-2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ ЛК в условиях Пензенской области в лабораторном и полевом опытах (табл. 1).

Протравливание семян выполняли вручную, путем встряхивания в круглодонной колбе объемом 2 л суспензии препаратов с семенами (300 г) в течение 5 минут; расход рабочей жидкости — из расчета 10 л/т.

Обработки по вегетирующим растениям осуществляли в фазах 2-3 (опрыскивание гербицидами) и 8-9 (опрыскивание жидким минеральным удобрением Изагри Вита) пар листьев ранцевым опрыскивателем Kwazar со щелевым распылителем. Объем расхода рабочей жидкости — 200 л/га.

Исследования велись на сорте однодомной конопли среднерусского экотипа Надежда. Контроль и анализ данных проводился в соответствии с методическим руководством по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве, методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей, а математический анализ результатов опыта — по методике Б.А. Доспехова [3, 20, 21].



Учетная площадь делянки составляла 10 м², повторность 4-кратная. Расположение делянок последовательное ярусами. Предшественник чистый пар. Норма высева — 0,9 млн всхожих семян/га. Посев осуществляли 6 мая и 28 апреля сеялкой СН-16 с междурядьем 45 см. Агрохимический анализ почвы проводили на глубину пахотного горизонта (0-30 см). Почва опытного участка — тяжелосуглинистый среднесиловый выщелоченный чернозем с рН_{ср.} — 5,1; содержание гумуса — 5,1% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота — 136,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора — 172,0 мг/кг почвы, обменного калия — 206,7 мг/кг почвы.

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия во время проведения эксперимента были неодинаковыми. В 2021 и 2022 гг. за межфазный период посев-массовые всходы установлен дефицит осадков, гидротермический режим (ГТК) составлял 0,48 и 0,22. В критическое для роста растений время начала бутонизации-массового цветения соотношение тепла и влаги было благоприятным в 2021 г. (ГТК 1,09). В 2022 г. данный период характеризовался как недостаточно увлажненным для развития растений (ГТК 0,72). Межфазный период цветение-созревание семян в 2021 г. характеризовался как оптимально увлажненный (ГТК 1,11), в 2022 г. — как слабо увлажненный (ГТК 0,16). Период от всходов до массового созревания семян в 2021 и 2022 гг. являлся недостаточно и слабо увлажненным (ГТК 0,97 и 0,39). Таким образом, рост растений конопли в 2022 г. в критические периоды развития (бутонизация-цветение, цветение-созревание семян) проходил при неблагоприятных соотношениях тепла и влаги, что отразилось на снижении урожайности семян от 20,5 до 30,6%, стеблей — от 29,0 до 46,2% по сравнению с показателями 2021 г.

Исследованиям в полевых условиях предшествовала сравнительная оценка влияния изучаемых протравителей на морфометрические показатели проростков конопли и лабораторную всхожесть семенного материала. Проводимые обработки семян обеспечивали стимуляцию ростовых процессов. Установлено, что протравливание посевного материала препаратами Артафит, ВРК, АгроВерм Экран и Лигногумат обеспечивало повышение длины корешка на 48,3, 65,5 и 44,8%, длины проростка — на 37,5, 50,0 и 43,8% по сравнению с контролем (табл. 2, рис. 1). При этом использование препаратов Артафит, ВРК, АгроВерм Экран позволило повысить массу проростка с корешком на 24,4% и Лигногумата — на 17,1% по сравнению с контролем.

В полевых условиях в фазе четырех пар листьев установлено влияние препаратов Артафит, ВРК на увеличение массы растения и корня на 9,4 и 17,1%; Лигногумат — на увеличение массы корня на 11,4% по сравнению с контролем без обработок (рис. 2).

Лабораторная всхожесть семян в контрольном варианте составляла 94,4%. Применение регулятора роста Артафит, ВРК способствовало повышению всхожести на 2,6%, протравителей АгроВерм Экран и Лигногумат — на 2,0 и 1,8% по сравнению с контролем.

В полевых условиях всхожесть конопли посевной зависела от погодных условий и воздействия изучаемых препаратов и составляла от 73,3 до 88,2% (рис. 3).

Доказано влияние фактора А на повышение данного показателя при применении протравителей Артафит, ВРК, АгроВерм Экран и Лигногумат на 8,6, 6,4 и 6,2% по сравнению с контролем.

Наибольшее увеличение полевой всхожести обеспечивало применение регулятора роста Артафит, ТПС — на 14,9% по сравнению с контролем без обработок.

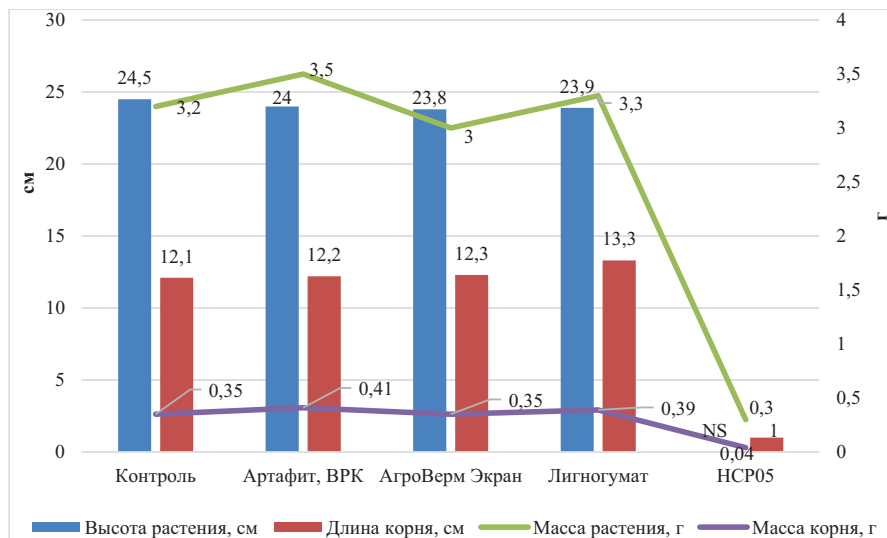


Рисунок 2. Морфометрические показания с растений конопли сорта Надежда в фазе четырех пар листьев в зависимости от обработки изучаемыми протравителями (полевая опыт, 2021-2022 гг.)
Figure 2. Morphometric readings from hemp plants of the Nadezhda variety in the phase of four pairs of leaves, depending on the treatment of the studied mordants (field experience, 2021-2022)

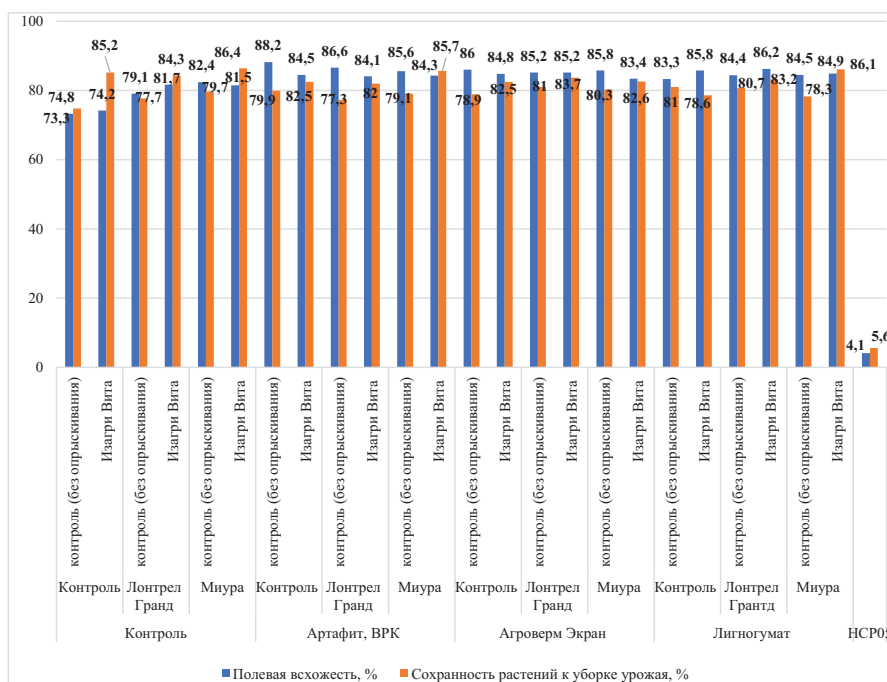


Рисунок 3. Влияние изучаемых факторов на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке урожая конопли посевной сорта Надежда (2021-2022 гг.)
Figure 3. The influence of the studied factors on the field germination and the safety of plants for harvesting hemp seed varieties Nadezhda (2021-2022)



Рисунок 4. Структура сорного ценоза в разрезе надземной массы биологических групп в посевах конопли посевной среднерусского экотипа в условиях Среднего Поволжья
Figure 4. The structure of weed cenosis in the context of the above-ground mass of biological groups in hemp crops of the Central Russian ecotype in the conditions of the Middle Volga region



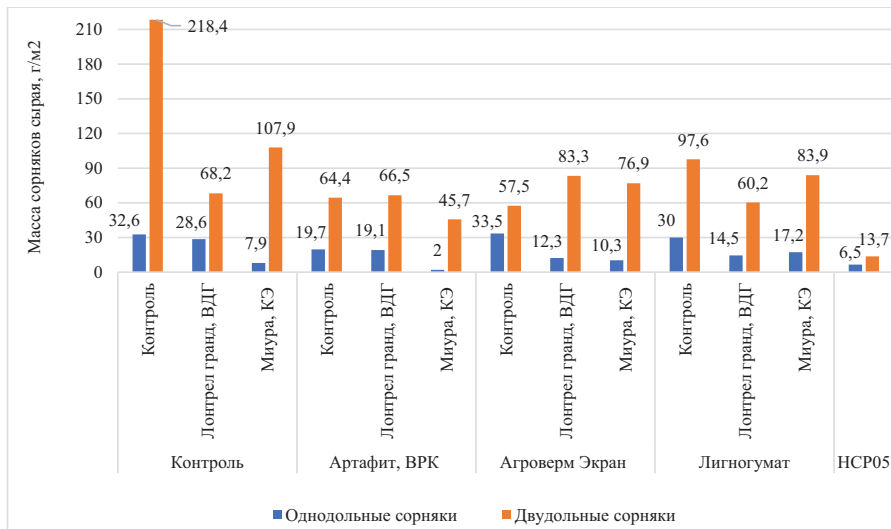


Рисунок 5. Эффективность подавления сорной растительности через 15 дней после применения гербицидов в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)
Figure 5. The effectiveness of weed suppression 15 days after the application of herbicides, depending on the studied factors (2021-2022)

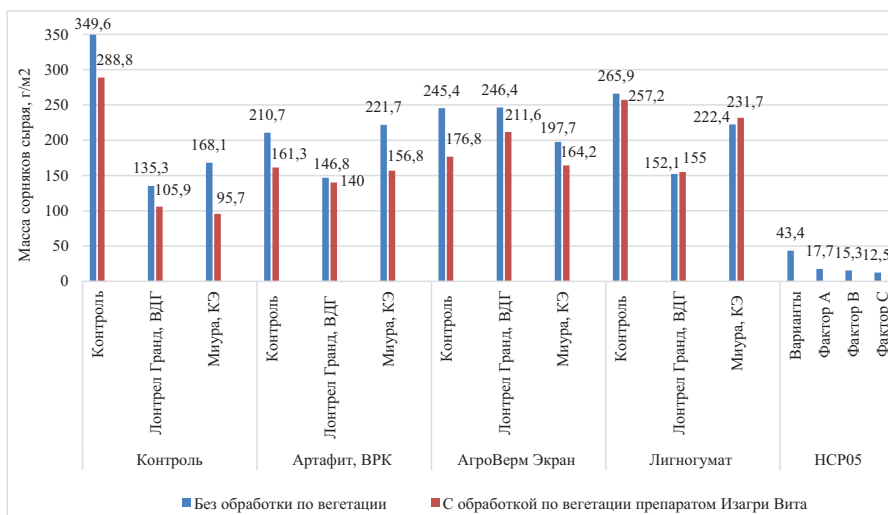


Рисунок 6. Эффективность подавления сорной растительности через 30 дней после применения гербицидов в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)
Figure 6. The effectiveness of weed suppression 30 days after the application of herbicides, depending on the studied factors (2021-2022)

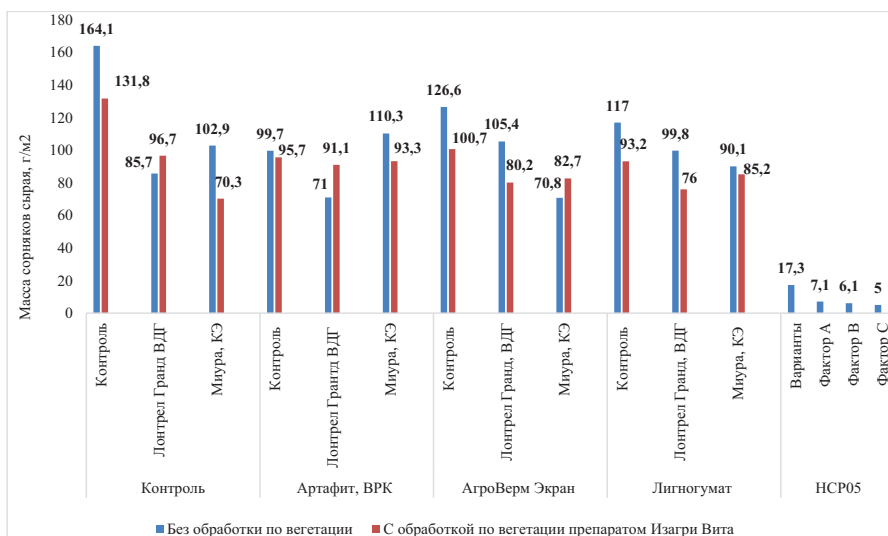


Рисунок 7. Эффективность подавления сорной растительности гербицидами перед уборкой урожая растений конопли в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)
Figure 7. The effectiveness of weed suppression with herbicides before harvesting hemp plants, depending on the studied factors (2021-2022)

На рост сохранности растений оказывал влияние фактор В при использовании гербицида Миура, КЭ — на 2,0%, и фактор С при применении некорневой подкормки — на 4,5% по сравнению с контролем.

Наибольшее повышение исследуемого показателя обеспечивало сочетание некорневой подкормки с гербицидами — на 9,5 и 11,6% по сравнению с контролем без обработки. Сочетание всех факторов при применении препаратов Артафит, ВРК, Агроверм Экран, Лигногумат на фоне некорневой подкормки и опрыскивания Лонтрелом Гранд, ВДГ обеспечивало рост сохранности культурных растений на 7,2, 8,9 и 8,4%, при опрыскивании Миурой, КЭ — на 10,9, 7,8 и 11,3% соответственно.

Корреляционный анализ показал среднюю положительную связь между сохранностью растений к уборке урожая и урожайностью стеблей и семян ($0,504 \pm 0,18$ и $0,620 \pm 0,17$).

Количество и масса сорных растений в посевах культуры изменялись под воздействием погодных условий, уровня плодородия почвы как естественного, так и искусственного. Исследования, проведенные в 2007-2009 гг., показали, что в посевах конопли среднерусского экотипа сложился следующий тип засорения: надземная масса корнеотпрысковых и яровых ранних сорняков составляла 35 и 30% сорного ценоза, на долю яровых поздних и зимующих приходилось 14 и 21% (рис. 4).

Мониторинг засоренности посевов конопли, проведенный спустя 10 лет, показал, что доля надземной массы яровых ранних и зимующих сорняков уменьшилась до 15,0 и 2,0%, но возросла доля яровых поздних сорняков — до 48,0%. Увеличению ярового позднего компонента в ценозе сорной растительности способствовало повышение надземной массы щирицы запрокинутой, злаковых (куриное просо и щетинник сизый), вьюнка полевого в 6,3, 4,7 и 1,4 раза по сравнению с 2007-2009 гг. Причиной увеличения данных видов растений в посевах конопли может служить сокращение числа ротаций в севообороте и недостаточный контроль над злаковым компонентом сорняков.

В годы эксперимента ботанический состав сорных растений в опыте включал 17 видов, относящихся к 11 семействам. Из многолетних сорняков наиболее распространенным был осот розовый и желтый, из малолетних — марь белая, щирица запрокинутая, злаковые (куриное просо, щетинник сизый), пикульник зябра, дымянка лекарственная, чистец однолетний, горцы (вьюнковый, развесистый).

Применение изучаемых гербицидов в сочетании с обработкой семян защитно-стимулирующими препаратами и некорневой подкормкой обеспечивали снижение засоренность посевов культуры. Наиболее показательным является уменьшение массы сорной растительности. При использовании гербицида Миура, КЭ против злаковых сорняков через 15 дней после применения препарата наблюдалась гибель в среднем 67,6% сорной растительности, гербицида Лонтрел Гранд, ВДГ — 36,5% по сравнению с контролем (рис. 5).

Следует отметить, что обработка семян конопли препаратами стимулирующего действия на фоне применения гербицидов в некоторых случаях обеспечивала необходимую конкурентоспособность культурных растений по отношению к сорным растениям, усиливая эффект подавления сорняков. Биологическая эффективность применения противозлакового гербицида Миура, КЭ составляла 75,8%. При использовании гербицида в сочетании с протравливанием семян препаратом Артафит, ВРК — 93,9%.



Гибель сорняков при обработке гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ составляла 68,8%, а на фоне протравливания семян препаратом Лигногумат — 72,4%. Действие гербицида было неодинаково по отношению к различным видам сорняков. Отмечено слабое влияние препарата на такие сорные растения, как марь белая, щирица запрокинутая, установлено частичное подавление пикульника зябра и дымянки лекарственной. В сорняковом ценозе конопля посевной через 15 дней после обработки гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ в вариантах без протравливания семян и на фоне препаратов-протравителей Артафит, ВРК, Агроверм Экран и Лигногумат отмечалось эффективное уничтожение таких видов растений, как горцы (вьюнковый и почечуйный) — 74,8, 97,4, 74,8 и 75,7% и осоты (розовый и желтый) — 87,7, 97,6, 98,4 и 98,4% соответственно.

В фазе бутонизации (9 пар листьев) с целью повышения стрессоустойчивости у культурных растений проводилась некорневая подкормка растений жидким минеральным удобрением Изагри Вита. В ходе дальнейшего учета сорняков (через 30 дней после обработки гербицидами и 13 дней после применения удобрения) доказано влияние фактора А (протравливание семян) при применении препаратов Артафит, ВРК и Лигногумат на снижение сырой массы сорняков на 13,0 и 9,1% по сравнению с контролем. Воздействие фактора В (обработка гербицидами) обеспечивало уменьшение данного показателя на 33,5 и 23,3%, фактора С (некорневой подкормки) — на 14,4% по сравнению с контролем. Установлено, что наибольший эффект в подавлении общей надземной массы сорняков был достигнут при применении гербицидов Лонтрел гранд, ВДГ и Миура, КЭ в сочетании с некорневой подкормкой Изагри Вита — 67,7 и 60,7% (рис. 6).

Близким по эффективности являлось применение гербицида Лонтрел гранд, ВДГ на фоне некорневой подкормки при протравливании семян препаратами Артафит, ВРК и Лигногумат. При этом исследуемый показатель уменьшался на 60,0 и 55,7% по сравнению с контролем без обработок. Снижение массы сорняков происходило за счет понижения надземной массы пикульника на 86,6 и 88,0% и дымянки аптечной — на 76,5 и 69,1% соответственно. Использовании гербицида Миура, КЭ на фоне некорневой подкормки при протравливании семян препаратами Артафит, ВРК и АгроВерм Экран обеспечивало снижение общей массы сорняков на 55,1 и 53,0%, а злакового компонента — на 82,8 и 83,0% по сравнению с контролем без обработок.

Учет сорняков, проведенный в период созревания семян перед уборкой урожая, позволил установить влияние фактора А на снижение сырой массы сорняков при протравливании изучаемыми препаратами на 13,1-13,9% по сравнению с контролем. При применении гербицидов масса сорняков снижалась на 24,0%. Доказано взаимодействие факторов А и В, а также В и С, при которых использование препаратов в сочетаниях Артафит + Лонтрел гранд, ВДГ и Миура + Изагри Вита обеспечивало снижение данного показателя на 56,7 и 57,2% по сравнению с контролем без обработок (рис. 7).

Взаимодействие всех факторов (АВС) при обработке семян препаратами АгроВерм Экран и Лигногумат, опрыскивании гербицидом Лонтрел гранд, ВРК на фоне некорневой подкормки способствовало уменьшению надземной массы сорняков на 51,1 и 53,7% по сравнению с контролем без обработок.

В целом за вегетационный период наибольший эффект в подавлении сорной растительности получен при применении гербицида Лонтрел гранд, ВДГ в сочетании с препаратами

Таблица 3. Урожайность растений конопля посевной сорта Надежда в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)

Table 3. The yield of hemp plants of the sowing variety Nadezhda, depending on the factors studied (2021-2022)

Варианты опыта			Урожайность, т/га							
			стеблей			семян				
Фактор А	Фактор В	Фактор С	варианты	фактор			варианты	фактор		
				А	В	С		А	В	С
Контроль (обработка семян водой)	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	6,28	6,92			1,59	1,76		
		Изагри Вита	6,71				1,79			
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	7,21				1,69			
		Изагри Вита	6,84				1,79			
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	6,97				1,77			
		Изагри Вита	7,48				1,92			
Артафит, ВРК	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	6,60	7,04			1,71	1,83		
		Изагри Вита	6,69				1,74			
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	6,55				1,73			
		Изагри Вита	7,81				1,93			
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	7,15				1,87			
		Изагри Вита	7,46				2,02			
АгроВерм Экран	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	7,28	7,56			1,68	1,83		
		Изагри Вита	7,49				1,79			
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	7,12				1,77			
		Изагри Вита	7,69				1,89			
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	7,70				1,78			
		Изагри Вита	8,06				2,04			
Лигногумат	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	7,07	6,94	7,13		1,78	1,76	1,80	
		Изагри Вита	6,56				1,77			
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	6,46				1,69			
		Изагри Вита	7,44				1,90			
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	6,61				1,69			
		Изагри Вита	7,49				7,31			
НСР ₀₅			0,86	0,35	0,30	0,25	0,14	0,06	0,05	0,04 АВ- 0,1

Артафит, ВРК и Лигногумат, как с применением некорневой подкормки удобрением Изагри Вита, так и без нее, при применении гербицида Миура, КЭ — в сочетании с протравителями АгроВерм Экран и Артафит на фоне некорневой подкормки Изагри Вита.

В ходе корреляционного анализа установлено отрицательная связь между засоренностью посевов в фазе созревания семян и урожайностью стеблей и семян (-0,470 ± 0,19 и -0,455 ± 0,19).

Исследуемые факторы оказывали положительное стимулирующее действие на физиологические процессы растений конопля посевной, что отражалось на урожайности стеблей и семян (табл. 3). Увеличению урожайности стеблей способствовало влияние фактора А при применении протравителя АгроВерм Экран на 9,2%, фактора В при опрыскивании изучаемыми гербицидами — на 4,2 и 7,7% и фактора С при обработке по вегетации жидким минеральным удобрением (некорневая подкормка) — на 5,6% по сравнению с контролем.

Взаимодействие факторов АВС при использовании гербицида Лонтрел гранд, ВДГ с протравителем Артафит, ВРК на фоне некорневой подкормки обеспечивало формирование существенной прибавки урожая стеблей — 1,5 т/га (24,4%). Наибольшая прибавка данного

показателя была получена при протравливании семян препаратом АгроВерм Экран и опрыскивании гербицидом Миура, КЭ на фоне некорневой подкормки — 1,8 т/га (28,3%) по сравнению с контролем без обработок.

Определено влияние факторов А, В и С на повышение урожайности семян при применении протравителей Артафит, ВРК и АгроВерм Экран на 0,07 т/га (4,0%), изучаемых гербицидов — на 0,07 и 0,12 т/га (4,0 и 6,9%), при применении некорневой подкормки — на 0,13 т/га (7,5%). Формирование наибольшей прибавки урожая семян происходило на фоне некорневой подкормки растений конопля при обработках гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ в сочетании с протравителями Артафит, ВРК и Лигногумат — 0,34 и 0,31 т/га (21,4 и 19,5%), при обработках гербицидом Миура, КЭ в сочетании с протравителями Артафит, ВРК и АгроВерм Экран — 0,43 и 0,45 т/га (27,0 и 28,3%).

Выводы. Опрыскивание гербицидами посевов конопля с использованием при протравливании семян стимуляторов роста и некорневой подкормки жидким минеральным удобрением влияло на повышение морфометрических показателей, снижение засоренности посевов, увеличение всхожести, сохранности и урожая культурных растений. Установлено, что выраженный эффект повышения стрессоустойчивости рас-





тений к обработке гербицидами обеспечивался на фоне некорневой подкормки удобрением Из-агри Вита при использовании препаратов Артафит, ВРК и АгроВерм Экран. Наибольшему формированию прибавки урожая стеблей и семян способствовало применение препаратов в сочетаниях Лонтрел гранд, ВДГ + Артафит, ВРК — 1,53 и 0,34 т/га (24,4 и 21,4%), Миура, КЭ + АгроВерм Экран — 1,78 и 0,45 (28,3 и 28,3%) на фоне некорневой подкормки.

Список источников

1. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году и прогноз развития вредных объектов в 2022 году / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский сельскохозяйственный центр; сост. Д.Н. Говоров и др. М.: Российская книжная палата, 2022. 476 с.
2. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2019 году и прогноз развития вредных объектов в 2020 году / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский сельскохозяйственный центр; сост. Д.Н. Говоров и др. М.: Российская книжная палата, 2020. 897 с.
3. Спиридонов Ю.А., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / РАСХН, ВНИИФ. М.: Печатный город, 2009. 247 с.
4. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 152 с.
5. Манукян Г. Обзор рынка СЗР на 2021 год // Газета «Защита растений». 2022. № 1 (314). Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zashchita-rastenii/num480.html> (дата обращения: 09.09.2022).
6. Зинченко В.А. О потенциальных скрытых потерях урожая при применении гербицидов на зерновых культурах // Агро XXI. 2002. № 2. С. 2-3.
7. Гатаулина Г.Г., Бугаев П.Д., Долгодворов В.Е. Растениеводство. М.: ИНФРА-М, 2019. С. 37-45.
8. Захаренко В.А. Гербициды. М.: ТСХА, 1990. 263 с.
9. Сухорада Т.И. Южная конопля: Рекомендации по возделыванию. Краснодар, 2002. 16 с.
10. Серков В.А., Плужникова И.И. Эффективность применения гербицидов на посевах однодомной конопля // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 21-23.
11. Anderson, Robert David. (2018). Effects of Nitrogen Fertilizer Rate, Timing, and Herbicide Use on Industrial Hemp (*Cannabis Sativa*). *Masters Theses & Specialist Projects*. Available at: <https://digitalcommons.wku.edu/theses/2100> (accessed: 09.09.2022).
12. Крутьков В.М. К инновационным разработкам гербицидов в Республике Башкортостан // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2009. Т. 14. № 2. С. 26-35.
13. Стрелков В.Д. Поиск новых регуляторов роста растений и гербицидных растений антитодов // Актуальные вопросы биологизации защиты растений. Пушино, 2000. С. 152-156.
14. Наумов М.М., Зимина Т.В., Хрюкина Е.И., Рябчинская Т.А. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса // Агрехимия. 2019. № 5. С. 21-28.
15. Коршиков А.В. Эффективность гербицидов и Фитоспорина М при совместном применении на яровой

пшенице // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 1 (5). С. 83-84.

16. Кравец М.В. Способы снижения фитотоксичности гербицидов в семеноводстве сахарной свеклы // Сахар. 2020. № 2. С. 46-51.

17. Дворянкин Е.А. Отзывчивость сахарной свеклы на подкормки в период вегетации растений. Роль удобрений в снижении фитотоксичности гербицидов // Сахар. 2021. № 5. С. 40-43.

18. Титков В.И., Безуглов В.В., Чуманова Г.Я., Ерохин И.И. Эффективность регуляторов роста, гербицидов и некорневых подкормок азотом в ресурсосберегающих технологиях выращивания яровой пшеницы в степной зоне Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (30). С. 34-35.

19. Гончарова И.А. Листовые подкормки: работа над ошибками. Полезные советы для некорневых подкормок // Газета «Защита растений». 2019. № 6 (283). Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/zrast/201906/201906.pdf> (дата обращения: 09.09.2022).

20. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей / сост. Г.Р. Бедак и др. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 34 с.

21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

1. Govorov, D.R. i dr. (ed.) (2022). *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2022 godu* [Review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2021 and forecast of the development of harmful objects in 2022]. Moscow, Russian Book Chamber, 476 p.
2. Govorov, D.R. i dr. (ed.) (2020). *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2020 godu* [Review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2019 and forecast of the development of harmful objects in 2020]. Moscow, Russian Book Chamber, 897 p.
3. Spiridonov, Yu.Ya., Larina, G.E., Shestakov, V.G. (2009). *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu gerbitsidov, primenyaemykh v rastenievodstve* [Methodological guide for the study of herbicides used in crop production]. Moscow, Pechatnyi gorod Publ., 247 p.
4. Kulikova, N.A., Lebedeva, G.F. (2010). *Gerbitsidy i ekologicheskie aspekty ikh primeneniya* [Herbicides and ecological aspects of their application]. Moscow, Book house "LIBROCOM", 152 p.
5. Manukyan, G. (2022). *Obzor rynka SZR na 2021 god* [Overview of the plant protection products market for 2021]. *Gazeta «Zashchity rastenii»* [Newspaper "Plant Protection"], no. 1 (314). Available at: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zashchita-rastenii/num480.html> (accessed: 09.09.2022).
6. Zinchenko, V.A. (2002). *O potentsial'nykh skrytykh poteryakh urozhaya pri primeneni gerbitsidov na zernovykh kul'turakh* [About potential hidden crop losses when using herbicides on grain crops]. *Agro XXI* [Agro XXI], no. 2, pp. 2-3.
7. Gataulina, G.G., Bugaev, P.D., Dolgodvorov, V.E. (2019). *Rastenievodstvo* [Crop production]. Moscow, INFRA-M Publ., pp. 37-45.
8. Zakharenko, V.A. (1990). *Gerbitsidy* [Herbicides]. Moscow, TSHA Publ., 263 p.
9. Sukhorada, T.I. (2002). *Yuzhnaya konoplya: Rekomendatsii po vozdel'yvaniyu* [Southern hemp: Recommendations for cultivation]. Krasnodar, 16 p.
10. Serkov, V.A., Pluzhnikova, I.I. (2013). *Ehffektivnost' primeneniya gerbitsidov na poseve odnodomnoi konopli* [The effectiveness of the use of herbicides in the sowing of monoecious hemp]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 2, pp. 21-23.
11. Anderson, Robert David. (2018). *Effects of Nitrogen Fertilizer Rate, Timing, and Herbicide Use on Industrial Hemp (Cannabis Sativa)*. *Masters Theses & Specialist Projects*. Available at: <https://digitalcommons.wku.edu/theses/2100> (accessed: 09.09.2022).
12. Krut'kov, V.M. *K innovatsionnym razrabotkam gerbitsidov v Respublike Bashkortostan* // *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [Herald of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan], vol. 14, no. 2, pp. 26-35.
13. Strelkov, V.D. *Поиск новых регуляторов роста растений и гербицидных растений антитодов* [Topical issues of biologization of plant protection]. Pushchino, pp. 152-156.
14. Naumov, M.M., Zimina, T.V., Khryukina, E.I., Ryabchinskaya, T.A. (2019). *Rol' polifunktional'nykh regulyatorov rosta rastenii v preodolenii gerbitsidnogo stressa* [The role of multifunctional plant growth regulators in overcoming herbicidal stress]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 5, pp. 21-28.
15. Korshikov, A.V. (2005). *Ehffektivnost' gerbitsidov i Fitosporina M pri sovmeystnom primeneni na yarovoii pshenitse* [The effectiveness of herbicides and Phytosporin M when used together on spring wheat]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 1 (5), pp. 83-84.
16. Kravets, M.V. (2020). *Sposoby snizheniya fitotoksichnosti gerbitsidov v semenovodstve sakharnoi svekly* [Ways to reduce the phytotoxicity of herbicides in sugar beet seed production]. *Sakhar* [Sugar], no. 2, pp. 46-51.
17. Dvoryankin, E.A. (2021). *Otzyvchivost' sakharnoi svekly na podkormki v period vegetatsii rastenii. Rol' udobrenii v snizhenii fitotoksichnosti gerbitsidov* [Responsiveness of sugar beet to fertilizing during the growing season of plants. The role of fertilizers in reducing the phytotoxicity of herbicides]. *Sakhar* [Sugar], no. 5, pp. 40-43.
18. Titkov, V.I., Bezuglov, V.V., Chumanova, G.Ya., Erokhin, I.I. (2011). *Ehffektivnost' regulyatorov rosta, gerbitsidov i nekornevykh podkormok azotom v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh vyrashchivaniya yarovoii pshenitsy v stepnoi zone Orenburzh'ya* [The effectiveness of growth regulators, herbicides and foliar nitrogen fertilizing in resource-saving technologies for growing spring wheat in the steppe zone of Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 2 (30), pp. 34-35.
19. Goncharova, I.A. (2019). *Listovye podkormki: rabota nad oshibkami. Poleznye sovety dlya nekornevykh podkormok* [Foliar fertilization: working on mistakes. Useful tips for foliar fertilization]. *Gazeta «Zashchity rastenii»* [Newspaper "Plant Protection"], no. 6 (283). Available at: <https://www.agroxxi.ru/zrast/201906/201906.pdf> (accessed: 09.09.2022).
20. Bedak, G.R. i dr. (ed.) (1980). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh i vegetatsionnykh opytov s konoplei* [Guidelines for conducting field and vegetation experiments with cannabis]. Moscow, VASHNIL Publ., 34 p.
21. Dospkhehov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

Информация об авторах:

Плужникова Ирина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Криушин Николай Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

Бакулова Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Irina I. Pluzhnikova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Nikolay V. Kriushin, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

Irina V. Bakulova, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru