



Научная статья
УДК 633.11:631.52+631.87
doi: 10.55186/25876740_2022_65_6_665

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН В ПЕРВИЧНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

С.И. Кривошеев, В.А. Шумаков

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по использованию ростостимулирующих биопрепаратов для предпосевной обработки семян в первичном семеноводстве озимой пшеницы сортов Ахмат, Льговская 4, Безостая 100. В лабораторном опыте 1 изучены в качестве ростостимуляторов препарат Корневин (5 г/кг индолил-3-масляная кислота), гуминовые удобрения: Гумат+7, Гумат калия, Гуми-20 Кузнецова и Борогум-М, а также удобрения на основе суспензии микроводоросли хлореллы. Установлено, что Корневин и Гуми-20 Кузнецова в среднем по трем сортам повысили всхожесть семян на 4,8% по сравнению с контролем, где колосья замачивались в водопроводной воде. Суспензия хлореллы повышала всхожесть на 3,8%. Высота растений и количество хорошо развитых растений в этих вариантах было максимальным. Таким образом, Корневин, Гуми-20 Кузнецова и суспензия хлореллы обладают высокими ростостимулирующими свойствами при замачивании целых колосьев в этих растворах. В опыте 2 изучали комбинации из биопрепаратов, выделенных в опыте 1. Всхожесть семян в комбинации Корневин + Гуми-20 Кузнецова и Корневин + суспензия хлореллы на 2,8-5,6% превышала контрольные проростки. Сравнивая длину проростков и их воздушно-сухую массу, можно утверждать, что комбинация Корневин + суспензия хлореллы имела явные преимущества перед другими вариантами. На основании результатов исследований для замачивания и проращивания целых колосьев пшеницы рекомендуется комбинация биопрепаратов Корневин (1 г/л воды) + суспензия хлореллы (разбавленной в соотношении 1:4 водой), обладающая высоким ростостимулирующим действием.

Ключевые слова: ростостимуляторы, Корневин, гуминовые удобрения, суспензия из микроводорослей хлореллы, первичное семеноводство озимой пшеницы, всхожесть, комбинация биопрепаратов Корневин + суспензия хлореллы

Original article

USE OF GROWTH-STIMULATING BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR PRE-SOWING SEED TREATMENT IN PRIMARY SEED PRODUCTION OF WINTER WHEAT

S.I. Krivosheev, V.A. Shumakov

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. The paper presents the results of research on the use of growth-stimulating biological preparations for pre-sowing seed treatment in primary seed production of winter wheat varieties Akhmat, Bezostaya 100 and Lgovskaya 4. In Laboratory experiment 1, the preparation Kornevin (5 g/kg indolyl-3-butyric acid), humic fertilizers: Humate+7, potassium humate, Kuznetsov Humi-20 and Borohum-M, as well as fertilizer based on a suspension of chlorella microalgae. It was found that Kornevin and Humi-20, on the average, increased seed germination by 4.8% in three varieties, compared with the control, where the ears were soaked in tap water. Chlorella suspension increased germination by 3.8%. The height of the plants and the number of well-developed plants in these variants were maximum. Thus, Kornevin, Kuznetsov Humi-20 and chlorella suspension had high growth-stimulating properties when soaking whole ears in their solutions. In experiment 2, combinations of biologics isolated in experiment 1 were studied. The germination of seeds in the combination of Kornevin + Humi-20 and Kornevin + chlorella suspension exceeded the control plants by 2.8-5.6%. Comparing the length of the seedlings and their air-dry mass, one can argue that the combination of Kornevin + chlorella suspension had clear advantages over other variants. Based on the research results, combinations of biological preparations of Kornevin (1 g/l) + chlorella suspension diluted with water 1:4, having a high growth-stimulating effect, are recommended for soaking and germination of whole ears of winter wheat.

Keywords: growth stimulators, Kornevin, humic fertilizers, chlorella microalgae suspension, primary seed production of winter wheat, germination, combination of biological preparations Kornevin + chlorella suspension

Введение. Посев первичных питомников семеноводства и селекционного питомника целыми колосьями широко используется в практической работе [1-3]. Главное достоинство приема заключается в более эффективном поддержании сортовой чистоты по сравнению с традиционным способом посева семенами [4].

Семьи из колоса представляют собой отдельно стоящие кусты из растений. Внутри колоса отмечается большая плотность растений, что значительно уменьшает площадь питания по сравнению с крайними растениями, поэтому количество продуктивных стеблей снижается по сравнению с разреженным посевом [5]. Высокая плотность посева приводит к уменьшению глубины проникновения корней, а следовательно, и величины урожайности [6].

Для стимуляции роста корневой системы у озимой пшеницы используются различные природные и синтетические препараты. Мягкие гуминовые удобрения эффективно действуют как стимуляторы роста и образования корней. Их используют для предпосевной обработки семян. Гуминовые

препараты действуют как мелиоранты, детоксиканты, а также стимуляторы роста растений (улучшается питание и дыхание растений, прорастание семян, увеличивается длина и биомасса проростков, усиливается ферментативная активность) [7, 8].

Предпосевная обработка семян Гуми-20 Кузнецова и обработка по вегетирующим растениям в фазе кущения и колошения у озимой пшеницы повышает содержание белка и клейковины в зерне и позволяет снизить дозу протравителя в 2 раза [9]. Обработка семян озимой пшеницы гуматами повышает полевую всхожесть, кустистость, число зерен в колосе и урожайность на 0,37 т/га [10].

Одним из наиболее важных факторов, от которых зависит рост растений, являются фитогормоны. Особая роль отводится ауксинам, играющим важную роль в регуляции как корнеобразования, так и роста корней в длину и стимуляции их ветвления [11].

На кончиках корней растений находится апикальная меристема, содержащая стволовые клетки и обеспечивающая рост и развитие корня.

Сохранение апикальных меристем в развитии является ключевым фактором выживаемости растения. В местах закладки корневых меристем растений формируется максимум концентрации ауксина, который обеспечивает формирование анатомической структуры меристемы и поддерживает их функции в непрерывном развитии.

При неравномерном распределении питательных веществ в почве уменьшается чувствительность растений к засухе за счет более высокой скорости удлинения корней вне зоны локального внесения удобрений и их проникновения в глубинную почву [12]. Этот ростовой ответ приводит к усилению адаптации пшеницы к засухе [13].

Уровень минерального питания сказывается на содержании гормонов в растениях пшеницы, что может обеспечить изменение роста и развития корневой системы. Снижение уровня абсцизовой кислоты и индолилуксусной кислоты в корнях способствует их удлинению, а повышенный уровень цитокининов в корнях, на фоне повышения уровня минерального питания, способствует укорачиванию корней [14].

Таблица 1. Схема опыта 1
Table 1. Design of experiment 1

Вариант	Время замачивания, часы	Доза препарата, г, мл/л воды
1. Контроль	24	0 (вода)
2. Корневин	16-20	1
3. Гумат+7	16-20	1
4. Гумат калия	16-20	10
5. Гуми-20 Кузнецова	16-20	2
6. Борогум-М	16-20	5
7. Суспензия хлореллы	10-12	разбавление водой 1:4

Таблица 2. Схема опыта 2
Table 2. Design of experiment 2

Вариант	Время замачивания, часы	Доза препарата, г, мл/л воды
1. Контроль	24	0 (вода)
2. Корневин	16-20	1
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	16-20	1+2
4. Корневин + суспензия хлореллы	16-20	1+1:4 (разбавление водой)
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	16-20	2+1:4 (разбавление водой)

Таблица 3. Влияние биопрепаратов на всхожесть и развитие проростков озимой пшеницы на девятый день после посева семян по сортам (опыт 1)
Table 3. Effect of biological preparations on germination and development of winter wheat seedlings on the 9th day after sowing seeds by varieties (experiment 1)

Вариант	Всхожесть, %	Степень развития проростков, %		
		слабая (менее 5 см)	средняя (5-11 см)	хорошая (более 11 см)
Ахмат				
1. Контроль (вода)	90	4,0	60,0	26,0
2. Корневин	96,1	3,9	52,9	39,3
3. Гумат+7	94,2	4,8	73,1	14,4
4. Гумат калия	93,7	6,3	58,3	29,1
5. Гуми-20 Кузнецова	95,9	5,1	53,1	37,7
6. Борогум-М	92,4	2,8	61,3	28,3
7. Суспензия хлореллы	94,4	3,7	50,0	40,7
НСР ₀₅	2,5			
Льговская 4				
1. Контроль (вода)	93,5	13,0	43,1	37,4
2. Корневин	97,6	4,7	15,7	77,2
3. Гумат+7	96,1	2,3	29,5	64,3
4. Гумат калия	95,2	4,0	29,1	62,1
5. Гуми-20 Кузнецова	96,8	4,8	17,6	74,4
6. Борогум-М	95,4	1,5	28,3	65,6
7. Суспензия хлореллы	96,8	2,4	27,0	67,4
НСР ₀₅	2,4			
Безостая 100				
1. Контроль (вода)	91,3	17,4	66,1	7,8
2. Корневин	95,7	5,1	27,4	63,2
3. Гумат+7	93,7	3,6	28,6	61,6
4. Гумат калия	93,2	8,5	25,6	59,1
5. Гуми-20 Кузнецова	96,6	6,8	25,4	64,4
6. Борогум-М	94,5	2,7	36,4	55,4
7. Суспензия хлореллы	95,0	1,6	31,4	62,0
НСР ₀₅	2,6			

Суспензия хлореллы содержит живые зеленые микроводоросли и ее можно использовать в качестве удобрений, так как в состав входят фитогормоны, влияющие на всхожесть семян и развитие растений [15].

Таким образом, на основании данных литературных источников и собственных исследований, для предпосевной обработки семян в первичных питомниках озимой пшеницы весьма актуальным является проведение дальнейших исследований по использованию биопрепаратов в семеноводстве.

Цель исследований — изучить применение ростостимуляторов гуминовых удобрений и удобрений с микроводорослями хлореллы для предпосевной обработки семян в первичном семеноводстве озимой пшеницы.

Объекты и методы проведения исследований. Лабораторные опыты проводились в лаборатории селекции и семеноводства ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» с марта по май в 2022 г. В опыте 1 целые колосья замачивали в водных растворах препаратов (табл. 1).

В каждом варианте использовали по 20 колосьев озимой пшеницы следующих сортов — Ахмат, Льговская 4, Безостая 100. Замоченные колосья высаживали в полиэтиленовые контейнеры, заполненные черноземной почвой. Почву во время проращивания колосьев периодически увлажняли. В каждый контейнер высевали по 5 колосьев. Для создания оптимальных условий увлажнения контейнеры накрывали крышками. Температура во время проращивания поддерживалась на уровне 18-20°C. Через 9 дней пророщенные колосья

извлекали из почвы, корневую систему аккуратно отмывали водой из пульверизатора.

Пророщенные колосья разбирали на отдельные проростки, проводили замеры длины ростков и корневой системы, подсчитывали число корней, учитывали воздушно-сухую массу стеблей и корней, определяли всхожесть.

В качестве ростостимулятора использовали препарат Корневин. Корневин — 5 г/кг индолил-3-масляная кислота (ИМК) в смеси с мелкодисперсным нейтральным порошком-наполнителем. ИМК, попадая в почву, в результате естественного синтеза, преобразуется в фитогормон гетероауксин, который стимулирует корнеобразование. Препарат имеет мягкое действие и не фитотоксичен. Корневин действует медленнее, чем гетероауксин в чистом виде, однако его действие более продолжительное (от 20 до 60 дней).

В опыте использовали гуминовые удобрения: Гумат калия, Гумат+7, Гуми-20 Кузнецова, Борогум-М, так как они повышают всхожесть и прорастание семян, стимулируют рост и развитие корневой системы растений. Самым действенным веществом в препаратах являются гуминовые кислоты. Наиболее агрессивной фракцией гуминовых веществ являются фульвокислоты. Фульвовая кислота способствует всасыванию минеральных веществ, усиливает обменные процессы, обладает антиоксидантными свойствами.

Состав препарата Гумат+7: 40% высококачественный гумус, в котором основной активный компонент — натриевые и калийные соли гуминовых кислот. Он дополнительно обогащен: азотом — 1,5%, марганцем — 0,17%, медью — 0,1% цинком — 0,2%, молибденом — 0,018%, кобальтом — 0,02%, бором — 9,2%, железом — 0,4%. Все макро- и микроэлементы препарата в хелатной форме.

Состав Гуми-20 Кузнецова: гуматы натрия, в пересчете на сухое вещество — не менее 60%, азот — 0,5-0,2,0%, фосфор — 0,5-2,0%, калий — 0,1-1,0% и микроэлементы природного происхождения. В отличие от существующих аналогов Гуми-20 Кузнецова — сбалансированное удобрение, которое не только питает подземную часть, но и стимулирует развитие корневой системы. Борогум-М содержит: бор (4%), гуматы (1%), фитоспорин-М — 1%.

Суспензия хлореллы — биостимулятор для всех видов культур. Ее состав: 1 — комплекс фитогормонов и физиологических активных веществ (гиббереллины, ауксин, цитокинины и др.); 2 — белок высокого качества, включает более 40 аминокислот, в том числе 20 основных; 3 — все известные витамины: А, В, В₂, В₃, В₆, В₉, В₁₂, С, Д, Е, К, РР и др.; 4 — широкий набор макро- и микроэлементов в доступной форме; 5 — природной антибиотик хлореллин.

На основании результатов исследования в опыте 1 были определены биопрепараты, обладающие высокими ростостимулирующими свойствами при замачивании целых колосьев в их растворах. К ним относятся: ростостимулятор Корневин, гуминовое удобрение Гуми-20 Кузнецова и суспензия хлореллы.

В опыте 2 изучали комбинации этих биопрепаратов (табл. 2). Методика проведения исследований в опыте 2 аналогична опыту 1.

Обсуждение результатов исследований. В таблице 3 приведены данные по всхожести семян из колоса и распределению проростков по развитию. Всхожесть семян в лабораторном опыте зависела от используемых препаратов. В среднем по трем сортам на контроле она составила 91,6%, что на 4,8% меньше, чем в вариантах с Корневином и Гуми-20 Кузнецова. Суспензия хлореллы повышала всхожесть на 3,8%, а остальные препараты уступали по действию на всхожесть семян.



Важное значение имеет интенсивность роста надземной массы, проявляющаяся в степени развитии проростков озимой пшеницы. Процент хорошо развитых проростков озимой пшеницы зависел от сорта и от вида биопрепаратов. У сорта Ахмат наибольшее число хорошо развитых проростков отмечено в вариантах с суспензией хлореллы, Корневином и Гуми-20 Кузнецова — 40,7, 39,3 и 37,7% соответственно. У сорта Льговская 4 отмечается высокая интенсивность роста по сравнению с другими сортами, поэтому процент хорошо развитых проростков был максимальным и составил, соответственно, 77,2, 74,4 и 67,4% у вариантов 2, 5 и 7.

Таким образом, биопрепараты Корневин, Гуми-20 Кузнецова и суспензия хлореллы обладали более высоким ростостимулирующим действием по сравнению с другими изучаемыми гуминовыми препаратами.

Об оптимальной росторегулирующей активности препаратов судили по совокупности таких показателей, как длина и воздушно-сухая масса проростков. Длина проростков из колосьев, замоченных в растворах Корневина, Гуми-20 Кузнецова и суспензии хлореллы была выше контрольных проростков на 1,1-3,7 см (11,6-44,1%), проростки имели более длинные корни — на 1,4-2,9 см (11,3-27,9%). Воздушно-сухая масса корней в варианте с Корневином превышала контроль по сорту Ахмат на 10%, сорту Безостая 100 — на 27,3%, а по сорту Льговская 4 — на 44,5% (табл. 4).

На основании вышеизложенных исследований были определены биопрепараты, обладающие высокими ростостимулирующими свойствами при замачивании целых колосьев в их растворах. К ним относятся: ростостимулятор Корневин, гуминовое удобрение Гуми-20 Кузнецова и суспензия хлореллы.

В опыте 2 изучали комбинации из биопрепаратов, выделенных в опыте 1. Всхожесть семян в вариантах: Корневин + Гуми-20 Кузнецова и Корневин + суспензия хлореллы на 2,8-5,6% превышала контрольный вариант (табл. 5).

Хорошо развитые проростки составляли в этих комбинациях биопрепаратов наибольший процент по сравнению с другими вариантами. Отставшие в росте проростки в процентном отношении в большинстве вариантов у сортов Ахмат и Безостая 100 не сильно различались между собой. Это говорит о том, что биопрепараты стимулируют рост и развитие не всего биоценоза растений, а только его наиболее активной части.

Сравнивая длину проростков и их воздушно-сухую массу, можно однозначно утверждать, что комбинация Корневин + суспензия хлореллы имела явное преимущества перед другими вариантами. Например, вариант с Корневином + Гуми-20 Кузнецова по сухой массе корня она превышала на 7,7-8,3%, а по длине стебля — на 3,6-6,9% (табл. 6).

Комбинация Корневина с суспензией хлореллы обладала синергетическим эффектом, то есть их совместное взаимодействие превышало их воздействие при индивидуальном применении.

Выводы. На основании проведенных лабораторных исследований было установлено, что при работе с озимой пшеницей в первичном семеноводстве, для получения высокой всхожести и хорошо развитых проростков из целых колосьев, замоченных в водном растворе биопрепаратов, наибольший эффект можно получить от использования комбинации Корневина (1 г/л воды) и суспензии хлореллы (разбавленная водой 1:4). Такое сочетание, в результате их совместного влияния на зерно колоса, существенно увеличивает эффективность размножения семян сортов озимой пшеницы.

Таблица 4. Влияние биопрепаратов на рост проростков озимой пшеницы на девятый день после посева колоса (опыт 1)

Table 4. Effect of biological preparations on germination and development of winter wheat seedlings on the 9th day after sowing the ear (experiment 1)

Вариант	Длина у проростков, см		Воздушно-сухая масса, мг	
	стебля	корня	стебля	корня
Ахмат				
1. Контроль (вода)	9,5	8,1	8,2	10,0
2. Корневин	10,6	10,4	9,7	11,0
3. Гумат+7	8,6	8,9	8,7	10,0
4. Гумат калия	9,5	8,3	8,0	9,0
5. Гуми-20 Кузнецова	11,0	10,6	9,9	12,0
6. Борогум-М	10,0	8,5	8,1	9,0
7. Суспензия хлореллы	11,3	10,5	9,6	11,0
НСР ₀₅	0,5	0,4	0,5	0,6
Льговская 4				
1. Контроль (вода)	10,6	10,4	10,4	9,0
2. Корневин	13,6	13,3	13,1	13,0
3. Гумат+7	13,2	11,2	11,2	10,0
4. Гумат калия	12,3	12,1	11,5	11,0
5. Гуми-20 Кузнецова	13,7	12,7	12,6	12,0
6. Борогум-М	12,6	11,3	11,3	10,0
7. Суспензия хлореллы	13,3	12,8	12,7	12,0
НСР ₀₅	0,6	0,5	0,4	0,5
Безостая 100				
1. Контроль (вода)	8,4	11,0	10,1	11,0
2. Корневин	11,7	12,8	12,0	14,0
3. Гумат+7	11,9	11,5	10,9	12,0
4. Гумат калия	11,5	11,6	11,1	12,0
5. Гуми-20 Кузнецова	11,9	12,4	11,7	13,0
6. Борогум-М	11,0	11,2	10,3	11,0
7. Суспензия хлореллы	12,1	12,5	11,5	13,0
НСР ₀₅	0,6	0,5	0,4	0,6

Таблица 5. Влияние биопрепаратов на всхожесть и развитие проростков озимой пшеницы на девятый день после посева семян по сортам (опыт 2)

Table 5. Effect of biological preparations on germination and development of winter wheat seedlings on the 9th day after sowing seeds by varieties (experiment 2)

Вариант	Всхожесть, %	Степень развития проростков, %		
		слабая (менее 5 см)	средняя (5-11 см)	хорошая (более 11 см)
Ахмат				
1. Контроль (вода)	92,2	3,1	24,0	65,1
2. Корневин	96,0	2,9	12,8	82,3
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	96,3	3,3	6,0	87,0
4. Корневин + суспензия хлореллы	97,8	2,6	4,1	91,1
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	94,9	3,4	13,9	77,6
НСР ₀₅	2,1			
Льговская 4				
1. Контроль (вода)	94,1	5,5	10,4	78,2
2. Корневин	97,2	3,2	5,5	90,5
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	97,4	2,5	3,4	91,5
4. Корневин + суспензия хлореллы	98,5	1,2	0,5	96,8
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	96,3	4,6	10,9	80,8
НСР ₀₅	2,3			
Безостая 100				
1. Контроль (вода)	93,3	3,7	12,4	77,2
2. Корневин	96,2	3,5	11,5	81,2
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	96,1	3,2	7,1	85,8
4. Корневин + суспензия хлореллы	97,5	3,1	3,1	91,3
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	94,6	4,0	16,9	73,7
НСР ₀₅	2,1			



Таблица 6. Влияние биопрепаратов на рост проростков озимой пшеницы на девятый день после посева колоса (опыт 2)

Table 6. The effect of biological preparations on germination and development of winter wheat seedlings on the 9th day after sowing the ear (experiment 2)

Вариант	Длина у проростков, см		Воздушно-сухая масса, мг	
	стебля	корня	стебля	корня
Ахмат				
1. Контроль (вода)	11,6	8,2	4,0	11,0
2. Корневин	13,5	10,8	9,9	12,0
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	13,9	10,3	9,7	12,0
4. Корневин + суспензия хлореллы	14,4	10,7	11,2	13,0
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	12,1	9,5	8,8	11,0
НСР ₀₅	0,7	0,5	0,4	0,6
Льговская 4				
1. Контроль (вода)	12,5	11,1	11,3	12,0
2. Корневин	14,4	14,4	13,3	14,0
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	14,5	13,9	13,2	13,9
4. Корневин + суспензия хлореллы	15,5	14,5	13,9	14,0
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	12,2	12,6	12,1	12,0
НСР ₀₅	0,8	0,7	0,6	0,5
Безостая 100				
1. Контроль (вода)	11,8	11,7	10,9	12,0
2. Корневин	13,7	12,3	12,4	13,0
3. Корневин + Гуми-20 Кузнецова	14,7	13,9	11,8	13,0
4. Корневин + суспензия хлореллы	15,4	13,3	12,6	14,0
5. Гуми-20 Кузнецова + суспензия хлореллы	13,4	11,0	11,1	11,0
НСР ₀₅	0,9	0,7	0,6	0,6

Список источников

- Грабовац А.И., Фоменко М.А. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 41-47.
- Шайхов М.К., Жалнин Э.В., Шайхов М.М., Блохин В.И. К разработке селекционной сеялки для посева зерновых культур колосками // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 3 (32). С. 114-120.
- Скатова Е.В., Лачин А.Г. Некоторые аспекты совершенствования селекции озимой пшеницы в Верхневолжье // Владимирский земледелец. 2019. № 4. С. 59-66.
- Скатова С.Е. Использование способа посева тритикале ярового колосом в первичном семеноводстве Центра Нечерноземной Зоны // Тритикале: материалы международной научно-практической конференции / Донской зональный НИИСХ. Ростов-на-Дону: Юг, 2016. С. 196-294.
- Кривошеев С.И., Шумаков В.А. Технологические схемы производства семян высших репродукций новых сортов озимой пшеницы в условиях Курской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64. № 6 (384). С. 74-78.
- Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе почва-растение. М.: Колос, 1980. 365 с.
- Писарев Б.А. Сортная агротехника картофеля. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.
- Hygo, W.B. (1999). Disinfection mechanisms. In principles and practice of disinfection, Preservation and Sterilization, 3rd ed, Blackwell Science, Oxford, pp. 258-283.
- Морозовский В.В., Назаренко Д.Ю., Стрелков В.Д. Влияние препарата Гуми-20 М на продуктивность и каче-

ство зерна озимой пшеницы в условиях Краснодарского края // Агротехнический вестник. 2008. № 2. С. 37-39.

10. Горьков А.А. Агротехническое обоснование использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы на темно-серых лесных почвах: автореф. дис. ... канд. с.х. наук. Орел, 2021. 23 с.

11. Площинская М.Е., Иванов В.Б., Салмин С.А., Быстрова Е.И. Анализ возможных механизмов регуляции ветвления корня // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63. № 1. С. 68-74.

12. Trapeznikov, V.K., Ivanov, I.I., Kudoyarova, G.R. (2003). Effect of heterogeneous distribution of nutrients on root growth, ABA content and drought resistance of wheat plants. *Plant and Soil*, vol. 252, pp. 207-214.

13. Specht, J.E., Chase, K., Macrander, M., Graef, G.L., Chung, J., Markwell, J.R., Germann, M., Orf, J.H., Lark, K.G. (2001). Soybean response to water: a QTL analysis of drought tolerance. *Crop Science*, vol. 41, pp. 493-509.

14. Коробова А.В., Иванов И.И., Ахиярова Г.Р., Веселов С.Ю., Веселов Д.С., Кудоярова Г.Р. Влияние неравномерного распределения микроэлементов на содержание гормонов и удлинение корней у растений пшеницы // Физиология растений. 2019. Т. 66. № 5. С. 367-374.

15. Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных. Пенза, 2007. 48 с.

References

- Grabovets, A.I., Fomenko, M.A. (2020). Sozdanie i vnedrenie sortov pshenitsy i tritikale s shirokoi ehkologicheskoi adaptatsiei [Release and introduction of varieties of wheat and triticale with wide ecological adaption]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and great crops], no. 2 (6), pp. 41-47.

2. Shaikhov, M.K., Zhaltin, E.V., Shaikhov, M.M., Blokhin, V.I. (2018). K razrabotke selektsionnoi seyaliki dlya poseva zernovykh kul'tur kolos'yami [To development of selection seeder for crop of grain cultures by ears]. *Vestnik VIEHSKH [VIESH bulletin]*, no. 3 (32), pp. 114-120.

3. Skatova, E.V., Lachin, A.G. (2019). Nekotorye aspekty sovershenstvovaniya selektsii ozimoi pshenitsy v Verkhnevolyzhe [Some aspects of improving winter wheat selection in Upper Volga region]. *Vladimirskii zemledelets [Vladimir agronomist]*, no. 4, pp. 59-66.

4. Skatova, S.E. (2016). Ispol'zovanie sposoba poseva tritikale yarovogo kolosom v pervichnom semenovodstve Tsentra Nечерноземной Zony [Using the method of sowing springtriticale by ear in the primary seed breeding of the Center or the Non-Chernozem Zone]. *Tritikale: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Triticale. Proceedings of the international scientists and practical conference]*. Rostov-on-Don, Yug Publ., pp. 196-204.

5. Krivosheev, S.I., Shumakov, V.A. (2021). Tekhnologicheskie skhemy proizvodstva semyan vysshikh reproduktivnykh sortov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Kurskoi oblasti [Technological schemes for the production of higher seed-reproductions of new varieties of winter wheat in Kursk region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal [International agricultural journal]*, vol. 64, no. 6 (384), pp. 74-78.

6. Nai, P.Kh., Tinker, P.B. (1980). *Dvizhenie rastvorov v sisteme pochva-rastenie* [Solute movement in the soil-root system]. Moscow, Kolos Publ., 365p.

7. Pisarev, B.A. (1990). *Sortovaya agrotehnika kartofelya* [Varietal agricultural technology of potatoes]. Moscow, Agropromizdat Publ., 208 p.

8. Hygo, W.B. (1999). Disinfection mechanisms. In principles and practice of disinfection, Preservation and Sterilization, 3rd ed, Blackwell Science, Oxford, pp. 258-283.

9. Morozovskii, V.V., Nazarenko, D.Yu., Strelkov, V.D. (2008). Vliyaniye preparata Gumi-20 M na produktivnost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy v usloviyakh Krasnodarskogo kraia [The effect of the drug gumi-20 on the productivity and quality of winter wheat grain in the conditions of the Krasnodar territory]. *Agrokhimicheskii vestnik [Agrochemical herald]*, no. 2, pp. 37-39.

10. Gor'kov, A.A. (2021). *Agrotekhnicheskoe obosnovaniye ispol'zovaniya biopreparatov pri vozdel'vaniy ozimoi pshenitsy na temno-serykh lesnykh pochvakh* [Agrotechnological justification of the use of biological products in the cultivation of winter wheat on dark gray forest soils]. Cand. agricultural sci. diss. Abstr. Orel, 23p.

11. Ploshchinskaya, M.E., Ivanov, V.B., Salmin, S.A., Bystrova, E.I. (2002). Analiz vozmozhnykh mekhanizmov regul'yatsii vetvleniya kornya [Analysis of possible mechanisms of regulation of root branching]. *Zhurnal obshchei biologii [Journal of general biology]*, vol. 63, no. 1, pp. 68-74.

12. Trapeznikov, V.K., Ivanov, I.I., Kudoyarova, G.R. (2003). Effect of heterogeneous distribution of nutrients on root growth, ABA content and drought resistance of wheat plants. *Plant and Soil*, vol. 252, pp. 207-214.

13. Specht, J.E., Chase, K., Macrander, M., Graef, G.L., Chung, J., Markwell, J.R., Germann, M., Orf, J.H., Lark, K.G. (2001). Soybean response to water: a QTL analysis of drought tolerance. *Crop Science*, vol. 41, pp. 493-509.

14. Korobova, A.V., Ivanov, I.I., Akhiyarova, G.R., Veselov, S.Yu., Veselov, D.S., Kudoyarova, G.R. (2019). Vliyaniye neravnomernogo raspredeleniya mikroelementov na soderzhanie gormonov i udlineniye kornei u rasteniy pshenitsy [Influence of macroelements uneven distribution on the content of hormones and extension of the roots wheat plants]. *Fiziologiya rastenii [Journal of plant physiology]*, vol. 66, no. 5, pp. 367-374.

15. Bogdanov, N.I. (2007). *Suspenziya khlorelly v ratsione sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* [Chlorella suspension in the diet of farm animals]. Penza, 48 p.

Информация об авторах:

Кривошеев Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1226-5693>, sergejkrivoseev67@gmail.com

Шумаков Василий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5318-8527>, shumakov.knii@yandex.ru

Information about the authors:

Sergey I. Krivosheev, candidate of agricultural sciences, associate professor, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1226-5693>, sergejkrivoseev67@gmail.com

Vasily A. Shumakov, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5318-8527>, shumakov.knii@yandex.ru