

Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (16). С.44-53
Agricultural journal. 2023; 16 (4). P.44-53

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК: 633.1:632.937:631.58
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.4.16.2023

БИОЛОГИЗИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА

Владимир Владиславович Котляров, Денис Владимирович Котляров

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Россия, г. Краснодар, e-mail: vladimir.v.kotlyarov@gmail.com

Аннотация. Возделывание зерновых колосовых культур в системе прямого посева, где почва много лет не обрабатывается, приводит к изменению видового состава возбудителей болезней в фитоценозах и, как следствие, увеличению частоты внесения химических средств защиты растений, появлению новых, резистентных к этим средствам возбудителей болезней. Среди вредоносных болезней существенный урон наносит фузариозная, а иногда и бактериальная корневая гниль, а также фузариозное увядание. Эти болезни распространены повсеместно, а их вредоносность зависит от места культуры в севообороте, инфицированности семян и растительных остатков возбудителями болезней, а также применяемых средств защиты растений. Цель исследований – разработать и научно обосновать систему биологизированной защиты посевов зерновых колосовых культур, включающую в себя обработку семян препаратом Крокус биовит, посевов – препаратами Крокус ретардант и Агробiovит. Установлено, что при протравливании семян препаратом Крокус биовит длина корешка озимой пшеницы достигла 14,0 см, высота ростка – 9,1 см, что достоверно на 2,8 и 1,8 см больше, чем при протравливании химическим фунгицидом Максим. Сочетание же протравливания семян и обработки посевов этим препаратом осенью и весной обеспечивает увеличение кустистости растений в 1,5–2 раза, формирование большей фотосинтетической поверхности посевов и, как следствие, получение урожайности зерна озимой пшеницы, составляющей 7,9 т/га, что достоверно на 0,7 т/га, или на 8,9 %, больше, чем на контроле.

Ключевые слова: Крокус ретардант, Агробiovит, зерновые колосовые культуры, биологическая защита, корневая гниль, фузариозное увядание.

Для цитирования: Котляров В.В., Котляров Д.В. Биологизированная защита зерновых колосовых культур в системе прямого посева // Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (16). С. 44-53. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.4.16.2023

Agronomy, forestry and water industry

Original article

BIOLOGIZED PROTECTION OF SPIKED CEREALS IN THE SYSTEM OF DIRECT SOWING

Vladimir V. Kotliarov, Denis V. Kotliarov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, Russia, Krasnodar,
e-mail: vladimir.v.kotlyarov@gmail.com

Abstract. Cultivation of spiked cereals in the direct sowing system, where the soil has not been cultivated for many years, leads to a change in the species composition of pathogens in phytocenoses and, as a consequence, an increase in the frequency of application of chemical plant protection agents and the emergence of new pathogens, which are resistant to these agents. Among the destructive diseases, fusarial and sometimes bacterial root rot, as well as fusarial wilt, cause significant damage. These diseases are widespread countrywide, and their harmfulness depends on the place of the crop in the crop rotation, the infection of seeds and plant residues with pathogens, as well as used plant protection products. The purpose of the research was to develop and scientifically establish a system of biologized protection of spiked cereal crops, which included seed treatment with Crocus biovit, crops –with Crocus retardant and Agrobiovit. It was found that when the seeds were treated with Crocus biovit, the length of the root of winter wheat reached 14.0 cm, the height of the sprout was 9,1 cm, which was accurately 2,8 and 1,8 cm more than when they were treated with the chemical fungicide Maksim. The combination of seed sterilization and treatment of crops with this preparation in autumn and spring provided an increase in the tilling capacity of plants by 1,5-2 times, the formation of a larger photosynthetic surface of crops and, as a result, the yield of winter wheat grain was 7,9 t / ha, which was accurately 0,7 t/ha, or 8,9% more than in the control.

Key words: Crocus retardant, Agrobiovit, spiked cereals, biological protection, root rot, fusarial wilt

For citation: Kotliarov V.V., Kotliarov D.V. Biologized protection of spiked cereals in the system of direct sowing // Agricultural journal. 2023; 16 (4). P. 44-53.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/005.4.16.2023

Введение. Применяемые в настоящее время технологии возделывания сельскохозяйственных культур очень часто вызывают изменение видового состава возбудителей болезней [1, 2] и, как следствие, увеличение частоты внесения химических средств защиты растений [3, 4]. Всё это требует нахождения новых технологических решений по улучшению фитосанитарной обстановки в агроценозах [5, 6, 7]. Среди ряда вредоносных болезней существенный урон наносят фузариозная корневая гниль (возбудители *Fusarium oxysporum* и *Trychothecium roseum*) и фузариозное увядание, однако не исчезла актуальность и бактериальной корневой гнили [8, 9], возбудитель которой действует совместно с *F. oxysporum* (примеч. авт.). При этом *Pseudomonas syringae* spp. распространён в России повсеместно [10, 11]. Усложняет проблему тот факт, что воз-

будители этих болезней способны длительно сохраняться в агробиоценозах [12– 15].

Борьба с болезнями зерновых культур путём применения отдельных средств защиты растений не приносит необходимого положительного успеха, что связано с отсутствием системного подхода к защите растений от вредных организмов [5]. В этой связи **цель наших исследований** – разработать и научно обосновать систему биологизированной защиты посевов зерновых колосовых культур, включающей в себя обработку семян препаратом Крокус биовит, посевов – препаратами Крокус ретардант и Агробивит.

Материал и методы исследований. Полевые и лабораторные эксперименты осуществлялись на базе кафедры физиологии и биохимии растений Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина в 2009–2020 гг. Производственные испытания проведены в 2015–2020 гг. в ООО «Кавказ» Кировского района Ставропольского края в условиях технологии прямого посева, ООО «Камышинское ОПХ» Камышинского района Волгоградской области, ООО «Волна» Шадринского района Курганской области. Кроме того, использовались результаты фитоэкспертизы семян зерновых колосовых культур с 2014 по 2023 год, полученных в разных регионах страны.

Объектами исследований стали сорта озимой и яровой мягкой пшеницы, допущенные к использованию в производстве в соответствующих регионах, а также препарат Крокус ретардант и комплексный биопрепарат Агробивит, которые вносили при протравливании семян и опрыскиванием. Контролем в опытах считались варианты без обработок, а эталоном – с обработкой химическими фунгицидами.

Результаты исследований и их обсуждение. Фитоэкспертиза семян зерновых культур из различных регионов показала, что доминирующей семенной инфекцией являются представители царства бактерий, как правило *Pseudomonas syringae* spp., а также грибов – *Fusarium*, *Alternaria* и *Bipolaris*. Кроме того, выявлена тенденция увеличения доли грибов из рода *Alternaria* (таблица 1).

Таблица 1

Заражённость семян зерновых колосовых культур,
выращенных по технологии прямого посева, % (2014–2023 гг.)

Культура	Фитопатоген				
	<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria</i>	<i>Bipolaris</i>	Плесени
Пшеница	до 10	30	25 (до 88 [*])	10	20
Ячмень	до 25	30	35 (до 98 [*])	5	–
Рожь	до 15	25	30 (до 95 [*])	–	15

Установлена тенденция к снижению инфицированности семян фитопатогенными бактериями с 20–75 % в среднем за 2014–2019 гг. до 10–25 % в 2020–2023 гг., но при этом увеличилась доля заражённых семян видами *Alternaria* от 25–35 до 88–98 % соответственно.

В различных регионах России инфицированность семян зерновых колосовых культур несколько различается. Наблюдается закономерность, связанная с климатическими особенностями, – инфицированность семян бактериальными возбудителями в регионах с более суровым и сухим климатом (восточная зона Волгоградской области и Южный Урал) более высокая, чем в регионах с более мягкими условиями (северо-западная зона Волгоградской области, Краснодарский и Ставропольский края). Но в этих условиях существенно выше инфицированность семян видами фузариев (табл. 2).

Таблица 2

Инфицированность семян зерновых колосовых культур,
выращенных по технологии прямого посева, % (2014–2019 гг.)

Регион	Фитопатоген			
	<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Bipolaris</i>
Краснодарский край	5–25	10–30	1–20	0–5
Ставропольский край	10–20	25–40	20–25	0–5
Южный Урал	15–100	5–40	10–60	0–2
Волгоградская область (северо-западная зона)	0–20	0–20	10–35	0–10
Волгоградская область (восточная зона)	25–100	0–5	10–25	0–5

В этой связи научно обоснованный подход к протравливанию семян позволяет ускорить прорастание семян и защитить посевы зерновых колосовых культур от ряда возбудителей болезней на этапе «всходы – начало кущения растений», получив за счёт этого не только дружные всходы, но и глубоко залегающую и хорошо разветвлённую корневую систему.

Лабораторные эксперименты показали, что применение препарата Крокус биовит является весьма эффективным при обработке семян пшеницы. При протравливании семян данным препаратом длина корня достигла 14,0 см, высота ростка – 9,1 см, что достоверно на 1,9 и 0,9 см больше, чем при протравливании биопрепаратом Агробiovит (таблица 3).

Таблица 3

Влияние протравливания семян пшеницы Крокус биовит
на биометрические показатели проростков, см (2014–2015 гг.)

Показатель	Протравитель				НСР ₀₅
	контроль	фунгицид Максим	Агробiovит	Крокус биовит	
Длина корня	10,6	11,2	12,1	14,0	0,6
Высота ростка	8,0	7,3	8,2	9,1	0,5

Результаты этого опыта показали существенное преимущество биологической обработки семян Крокус биовит над химической (на основе протравителя Максим). Это, возможно, связано с токсическим воздействием фунгицида на прорастание семян и первичные ростовые процессы, а также и пролонгированностью биологической защиты семян во время их прорастания и первоначального роста.

Полученные данные подтверждены производственной проверкой в ООО «Кавказ» Кировского района Ставропольского края и других регионах, где протравливание семян Крокус биовит обеспечило визуально лучшее развитие растений озимой пшеницы (рисунок 1).



Рисунок 1. Рост и развитие растений озимой пшеницы при протравливании семян Крокус биовит (слева) и эталонным препаратом

Выявлено также, что сочетание протравливания семян и обработка посевов данным препаратом обеспечивает увеличение кустистости растений в 1,5–2 раза, что способствует формированию большей фотосинтетической поверхности посевов и увеличению продуктивности фотосинтеза.

Вместе с тем в технологии прямого посева находящиеся на поверхности поля растительные остатки могут быть инфицированы фитопатогенами и стать источником поражения растений озимой пшеницы корневыми гнилями [9, 14]. При этом существенное значение имеет соотношение патогенной микрофлоры к супрессивной [10] и чем патогенной микрофлоры больше, тем вероятность проявления болезней выше.

Наши исследования, проведенные в ГК «Степь», показали, что регулировать соотношение патогенной и супрессивной микрофлоры на растительных остатках в пользу существенного увеличения доли последней можно путём применения биологизированной защиты растений (таблица 4).

Таблица 4

Доля патогенной и супрессивной микрофлоры
в результате применения биологизированной защиты растений, %

Микробиота	Год			Среднее
	2012	2013	2014	
Патогенная	51	10	20	27
Супрессивная	49	90	75	71

В течение 3 лет опрыскивания растительных остатков биологическими препаратами обеспечило изменение соотношения патогенной микрофлоры к супрессивной от 1:1 до 1:3,75, то есть супрессивной микрофлоры стало в 3,75 раза больше патогенной, что существенно снижает риск поражения растений и позволяет уменьшить количество обработок посевов химическими пестицидами.

В целом биологическая защита против корневой гнили посевов зерновых колосовых культур путём их ранней весенней обработки Крокус ретардант + Агробивит холодок обеспечивает существенное снижение развития и распространённости болезни (табл.5).

Таблица 5

Влияние средств защиты растений
на поражение озимой пшеницы корневой гнилью через 10 суток после обработки, %
(полевые опыты, 2015–2016 гг.)

Препарат	Развитие болезни	Распространённость болезни
Контроль (без обработки)	40–50	85–95
Крокус ретардант + Агробивит	2–5	7–10
Крокус ретардант + Фалькон	4–9	9–12
Фунгицид (Фалькон)	10–15	30–40

Это очень важно, так как возбудители корневой гнили вызывают отмирание корней у их основания и побегов кушения с последующим снижением кустистости растений. Подавление развития этой болезни ранней весной обеспечивает сохранение побегов кушения и формирование разветвлённой и глубоко проникающей в почву корневой системы возделываемых по технологии прямого посева растений (рисунок 2).



Рисунок 2. Влияние корневой гнили
на кустистость и развитие корневой системы растений (слева)
по сравнению с обработкой посевов Крокус ретардант + Агробивит холодок
(ООО «Волна» Курганская область)

Однако исследования и многолетние наблюдения показали, что более эффективным является сочетание весенней обработки Агробивит холодок с осенней. Обработка посевов данным препаратом в количестве 2 раз положительно сказывается не только на снижении поражения растений корневой гнилью, но и улучшает их биометрические параметры, а также повышает содержание хлорофилла в листьях (таблица 6).

Таблица 6

Влияние обработки посевов Крокус ретардант + Агробивит холодок
на биометрические параметры озимой пшеницы в фазе кущения
(полевые опыты, 2015–2018 гг.)

Препарат	Высота растений, см	Длина корня, см	Кустистость	Содержание хлорофилла, мг/дм ²
Контроль	7,5	6,3	1,7	4,5
Крокус ретардант + Агробивит	10,3	10,1	3,2	5,8
Крокус ретардант + Фалькон	9,1	8,8	2,7	5,3
НСР ₀₅	0,7	0,8	0,2	0,4

В целом этот биологизированный способ защиты растений против корневой гнили обеспечил достоверное повышение урожайности зерна озимой пшеницы относительно других исследованных препаратов (таблица 7).

Таблица 7

Влияние обработки семян
баковой смесью препаратов Крокус ретардант + Агробивит холодок
на урожайность озимой пшеницы, т/га

Препарат	Год				Среднее
	2015	2016	2017	2018	
Контроль (без обработки)	5,1	4,7	6,6	6,7	5,8
Крокус универсал + Агробивит	6,9	6,7	8,8	7,9	7,6
Крокус универсал + Фалькон	6,7	6,6	7,9	7,2	7,1
НСР ₀₅	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3

Производственная проверка применения данного агроприёма на юге России показала, что он стабильно обеспечивает существенную прибавку урожайности зерна зерновых колосовых культур. Так, в 2018 г. в ООО «Кавказ» Кировского района Ставропольского края урожайность озимого ячменя достигла 4,5 т/га при максимальных показателях по району – 3,2 т/га, а на контроле – 3,5 т/га. В ООО «Агросахар» Краснодарского края урожайность зерна озимой пшеницы составила 7,9 т/га при 7,2 т/га – на контроле.

Использование нового холодостойкого штамма позволило расширить географию и сферу применения этого вида микроорганизмов: деструкция льняных послеуборочных растительных остатков, рисовой соломы, кукурузных стеблей, особенно при поздней уборке позднеспелых гибридов кукурузы, выращиваемых при орошении. Кроме того, изменилась и концепция применения препаратов на основе *Trichoderma viride* «холодок» при низкой температуре (например, ранней весной и поздней осенью), что улучшает эффективность данного важного агроприёма биологической защиты растений при выращивании различных сельскохозяйственных культур.

Анализ причин варьирования урожайности зерна показал, что основными факторами явились фитосанитарная обстановка в фитоценозах и поражение посевов корневой гнилью (на первом месте). Испытание усовершенствованной схемы биологизированной защиты возделывания зерновых колосовых культур показало свою эффектив-

ность и было принято за основу. Так, уже с осени удалось свести практически к нулю инфицирование растений возбудителями корневой гнили, а на контроле степень распространённости этой болезни достигала 70–90 %.

Однако максимальная реализация биологизированной технологии возделывания достигается только при её системном применении. Так, применение обработки биопрепаратами послеуборочных остатков, а затем осенняя и ранняя весенняя обработки ими посевов позволили получить урожайность озимого ячменя по колосовому предшественнику, составившую 8,2 т/га, а где стерня предшествующей культуры не была обработана – 5,1 т/га. На озимой пшенице данные показатели составили соответственно 8,0 и 6,1 т/га.

Закключение. При возделывании зерновых колосовых культур в системе прямого посева более эффективной по сравнению с химической защитой растений является биологизированная защита, включающая обработку биопрепаратами растительных остатков, семян и посевов по всходам осенью (для озимых культур) и ранней весной. Подобная система защиты позволяет улучшить соотношение супрессивной и патогенной почвенной микробиоты, устранить риск возникновения корневой гнили, повысить продуктивность фитоценоза и достигнуть получения высокой урожайности зерна колосовых культур.

Список источников

1. Власенко Н.Г., Коротких Н.А., Бокина И.Г. К вопросу о формировании фитосанитарной ситуации в посевах в системе No-Till. – Новосибирск, 2013. 123 с.
2. Власенко Н.Г., Коротких Н.А., Кулагин О.В., Слободчиков А.А. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при технологии No-till // Защита и карантин растений. 2014. № 1. С. 18–22.
3. Дридигер В.К. Практические рекомендации по освоению технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы в засушливой зоне Ставропольского края. – Саратов: Амирит, 2016. 80 с.
4. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридигер В.К., Белобров В.П. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8–16. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
5. Котляров В.В., Дридигер В.К., Котляров Д.В., Гаджиумаров Р.Г. Биологизация земледелия в системе прямого посева: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2023. 268 с.
6. Котляров В.В., Дьяченко А.А., Котляров Д.В. Влияние бактериозов на качество зерна озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2005. № 12. С. 25–26
7. Котляров Д.В., Котляров В.В., Федулов Ю.П. Физиологически активные вещества в агротехнологиях: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2016. 247 с.
8. Котляров В.В., Дьяченко А.А., Коростелёва Л.А. Бактериальная корневая гниль зерновых колосовых культур // Защита и карантин растений. 2004. № 12. С. 42.
9. Котляров В.В., Котляров Д.В., Шулепина С.А. Основы биологизации агротехнологий: монография. – Краснодар, КубГАУ, 2021. 208 с.
10. Дридигер В.К., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н., Котляров Д.В. Влияние технологии No-till на содержание супрессивной и патогенной микрофлоры в почве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 4. С. 5–12. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-4-1.

11. Игнатов А.Н., Лазарев А.М. Распространение возбудителей опасных бактериозов в Российской Федерации: Реальность опережает прогноз. В сборнике: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем // Матер. III Всерос. съезда по защите растений (в трёх томах). 2013. С. 240–242.
12. Торопова Е.Ю., Посаженников С.Н., Мармулева Е.Ю. Системная фитосанитарная роль предшественников в южной лесостепи Новосибирской области // Сибир. вестн. сел.-хоз. науки. 2014. № 4. С. 4–11.
13. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P, Kutovaya O.V. Rehabilitation of Soil Properties by Using Direct Seeding Technology / Восстановление свойств почв в технологии прямого посева // Eurasian Soil Science, 2020, Vol. 53, № 9, pp. 1293-1301 DOI: 10.1134/S1064229320090033
14. Буденков Н.И. Растительные остатки как источник опасных микроорганизмов // Ресурсосберегающее земледелие. 2015. № 4 (28). С. 8–12.
15. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Филипчук О.Д. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитии концепции ФАО) // Агрохимия. 2019. № 5. С. 3–20.

References

1. Vlasenko N.G., Korotkikh N.A., Bokina I.G. Revisiting the formation of the phytosanitary situation in crops in the No-Till system. – Novosibirsk, 2013. 123 p.
2. Vlasenko N.G., Korotkikh N.A., Kulagin O.V., Slobodchikov A.A. Phytosanitary condition of spring wheat crops with No-till technology // Plant protection and quarantine. 2014. No. 1. pp. 18–22.
3. Dridiger V.K. Practical recommendations for mastering the technology of cultivation of agricultural crops without tillage in the arid zone of the Stavropol Territory. – Saratov: Amirit, 2016. 80 p.
4. Ivanov A.L., Kulintsev V.V., Dridiger V.K., Belobrov V.P. Revisiting the expediency of mastering the system of direct sowing on the black soil of Russia // Achievements of Science and Technology of AIC. 2021. Vol. 35. No. 4. pp. 8-16. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401
5. Kotliarov V.V., Dridiger V.K., Kotliarov D.V., Gadzhumarov R.G. Biologization of agriculture in the system of direct sowing: monograph. – Krasnodar: KubSAU, 2023. 268 p.
6. Kotliarov V.V., Diachenko A.A., Kotliarov D.V. Influence of bacterial diseases on the quality of winter wheat grain // Plant protection and quarantine. 2005. No. 12. pp. 25 – 26
7. Kotliarov D.V., Kotliarov V.V., Fedulov Yu.P. Physiologically active substances in agrotechnologies: monograph. – Krasnodar: KubSAU, 2016. 247 p.
8. Kotliarov V.V., Diachenko A.A., Korosteleva L.A. Bacterial root rot of spiked cereals // Plant protection and quarantine. 2004. No. 12. p. 42.
9. Kotliarov V.V., Kotliarov D.V., Shulepina S.A. Fundamentals of biologization of agrotechnologies: monograph. – Krasnodar, KubSAU, 2021. 208 p.
10. Dridiger V.K., Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N., Kotliarov D.V. Influence of No-till technology on the content of suppressive and pathogenic microflora in soil // Siberian Herald of Agricultural Science. 2022. Vol. 52. No. 4. pp. 5-12. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-4-1
11. Ignatov A.N., Lazarev A.M. Spread of pathogens of dangerous bacterioses in the Rus-

sian Federation: Reality is ahead of the prognosis. In the collection: Phytosanitary optimization of agroecosystems // Materials of III All-Russian congress on plant protection (in three volumes). 2013. pp. 240-242.

12. Toropova E.Yu., Posazhennikov S.N., Marmuleva E.Yu. Systemic phytosanitary role of predecessors in the southern forest-steppe of the Novosibirsk Region // Siberian Herald of Agricultural Science. 2014. No. 4. pp. 4-11.

13. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P, Kutovaya O.V. Rehabilitation of Soil Properties by Using Direct Seeding Technology / Restoring soil properties in direct seeding technology // Eurasian Soil Science, 2020, Vol. 53, No. 9, pp. 1293-1301 DOI: 10.1134/S1064229320090033

14. Budenkov N.I. Plant residues as a source of dangerous microorganisms // Sustainable Agriculture. 2015. No. 4 (28). pp. 8-12.

15. Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Spiridonov Yu.Ya., Toropova E.Yu., Filipchuk O.D. Technological features of soil-protective sustainable agriculture (in the development of FAO concept) // Agrochemistry. 2019. No. 5. pp. 3-20.

Информация об авторах

Владимир Владиславович Котляров, профессор кафедры физиологии и биохимии растений, доктор с.-х. наук, 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13. Тел.: +79183773954, e-mail: vladimir.v.kotlyarov@gmail.com

Денис Владимирович Котляров, доцент кафедры физиологии и биохимии растений, доктор с.-х. наук, 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13. Тел.: +79183888003, e-mail: kotlyarov.denis@gmail.com

Information about the authors

V. V. Kotliarov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Plant Physiology and Biochemistry Department, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina St., 13. Tel.: +79183773954, e-mail: vladimir.v.kotlyarov@gmail.com

D. V. Kotliarov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Plant Physiology and Biochemistry Department, FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina St., 13. Tel.: +79183888003 e-mail: kotlyarov.denis@gmail.com

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.11.2023; одобрена после рецензирования 24.11.2023; принята к публикации 17.12.2023.

The article was submitted 10.11.2023; approved after reviewing 24.11.2023; accepted for publication 17.12.2023.