



Научная статья/Research Article

УДК 633.12:631.524.84:631.811.98

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-3-9

Алексей Григорьевич Клыков¹, Галина Александровна Муругова^{2✉},

Оксана Анатольевна Тимошинова³, Юлия Викторовна Самагина⁴,

Елена Леонидовна Чайкина⁵, Анна Евгеньевна Закирова⁶

^{1,2,3,4}Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, Приморский край, Россия

^{5,6}Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток, Россия

¹alex.klykov@mail.ru

²gal.murugova@yandex.ru

³timoshinova1981@mail.ru

⁴yuliyasamagina@mail.ru

⁵chaykin.dima@yandex.ru

⁶pantera1991@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ

Цель исследования – изучение влияния биологически активных веществ на рост и развитие растений, урожайность, технологические и биохимические качества зерна гречихи. Исследование проводилось в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» и ФГБУН Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН в 2019–2021 гг. Объект исследования – районированный сорт Изумруд. Наиболее эффективной являлась обработка растений в фазу бутонизации водно-спиртовым экстрактом из красных стеблей гречихи сортов Изумруд и При 7 (концентрация 100 мкг/мл), способствующая увеличению флавоноидов (0,22 мг/100 г), жира (3,6 %), положительно влияющих на урожайность, массу 1000 зерен, количество соцветий с плодами. При использовании препарата «Эхинохромас» концентрацией 10 мкг/мл выявлено повышенное содержание белка в зерне (14,5 %). Максимальная урожайность (2,5 т/га) получена в варианте с обработкой водно-спиртовым экстрактом из красных стеблей При 7 (концентрация 100 мкг/мл). По крупности зерна (35,9 г) и с максимальной прибавкой урожайности по отношению к контролю (на 72 %) выделился вариант при обработке ВСЭ из красных стеблей гречихи сорта При 7 (концентрация 100 мкг/мл). Высокий выход крупы (72,7 %) и низкая пленчатость (27,3 %) выявлены в варианте с применением триметилового эфира «Эхинохрома» (концентрация 10 мкг/мл). С пониженным содержанием флавоноидов были контрольные растения, с зелено-красной и зеленой окраской стеблей (от 0,11 до 0,15 мг/100 г). При опрыскивании растений водно-спиртовым экстрактом из красных стеблей гречихи сорта Изумруд с концентрацией 100 мкг/мл увеличилось количество белка до 13,9 % и жира – до 3,4 %. Применение экстрактов, полученных из растений

гречихи с красной и красно-зеленой окраской стебля, в качестве фиторегуляторов культурных растений является перспективным приемом в органическом сельском хозяйстве.

Ключевые слова: гречиха, биологически активные вещества, сорт, флавоноиды, урожайность

Для цитирования: Влияние биологически активных веществ на формирование урожайности и качества зерна гречихи / А.Г. Клыков [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5. С. 3–9. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-3-9.

Alexey Grigorievich Klykov¹, Galina Alexandrovna Murugova²✉,
Oksana Anatolyevna Timoshinova³, Yulia Viktorovna Samagina⁴,
Elena Leonidovna Chaikina⁵, Anna Evgenievna Zakirova⁶

^{1,2,3,4}Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Primorsky Region, Russia

^{5,6}G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry of FEB RAS, Vladivostok, Russia

¹alex.klykov@mail.ru

²gal.murugova@yandex.ru

³timoshinova1981@mail.ru

⁴yuliyasamagina@mail.ru

⁵chaykin.dima@yandex.ru

⁶pantera1991@inbox.ru

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES INFLUENCE ON YIELD AND QUALITY FORMATION OF BUCKWHEAT GRAIN

The purpose of research is to study the effect of biologically active substances on the growth and development of plants, productivity, technological and biochemical qualities of buckwheat grain. The study was carried out in the Laboratory of the Breeding of Grain and Cereal Crops at FSBSI "Federal Scientific Center for Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika" and by FSBIS "G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry of FEB RAS" in 2019–2021. The object of the study is the zoned variety Izumrud. The most effective was the treatment of plants in the budding phase with an aqueous-alcoholic extract from red buckwheat stems of the Izumrud and Pri 7 varieties (concentration 100 µg/ml), which promotes an increase in flavonoids (0.22 mg/100 g), fat (3.6%), positively affecting the yield, the weight of 1000 grains, the number of inflorescences with fruits. When using the preparation Ekhinohrom with a concentration of 10 µg/ml, an increased protein content in the grain (14.5%) was revealed. The maximum yield (2.5 t/ha) was obtained in the variant with the treatment with a water-alcohol extract from red stems Pri 7 (concentration 100 µg/ml). In terms of grain size (35.9 g) and with the maximum increase in yield in relation to the control (by 72 %), a variant was distinguished when processing VSE from red stalks of buckwheat variety Pri 7 (concentration 100 µg/ml). A high yield of cereals (72.7 %) and low filminess (27.3 %) were found in the variant with the use of Ekhinohrom trimethyl ether (concentration 10 µg/ml). The control plants had a reduced content of flavonoids, with green-red and green color of the stems (from 0.11 to 0.15 mg/100 g). When plants were sprayed with a water-alcohol extract from red buckwheat stems of the Izumrud variety at a concentration of 100 µg/ml, the amount of protein increased to 13.9 % and fat to 3.4 %. The use of extracts obtained from buckwheat plants with red and red-green stem color as phyto regulators of cultivated plants is a promising technique in organic agriculture.

Keywords: buckwheat, biologically active substances, variety, flavonoids, yield

For citation: Biologically active substances influence on yield and quality formation of buckwheat grain / A.G. Klykov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(5): 3–9. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-3-9.

Ведение. Гречиха является ценной сельскохозяйственной культурой, возделываемой во многих странах мира [1]. По питательности, вкусовым и диетическим свойствам она является

одним из важнейших продовольственных продуктов [2, 3]. Большой интерес гречиха представляет как источник биофлавоноидов. Известно, что флавоноиды принимают активное

участие в физиологических процессах растительной клетки и могут оказывать влияние на репродуктивные процессы, способствовать ризогенезу, подавлять развитие патогенов, регулировать процессы окислительного фосфорилирования, являются универсальными полифункциональными адаптогенами к неблагоприятным факторам среды [4–7].

Дальний Восток России характеризуется муссонным климатом с высокой влажностью воздуха, с частыми туманами, способствующими усиленному развитию болезней, снижению качества зерна, устойчивости к полеганию. Одним из перспективных приемов для повышения урожайности, качества зерна, а также устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды (высоким и низким температурам, недостатку влаги, поражению болезнями и вредителями) является использование биопрепаратов [4, 8, 9].

В последние годы отмечается повышенный интерес к изучению возможностей использования растительных экстрактов в сельскохозяйственной практике различных стран мира [10]. Выделяемые из гречихи флавоноиды могут явиться альтернативой использованию синтетических биостимуляторов в сельском хозяйстве, однако этот вопрос практически не изучен. В Тихоокеанском институте биорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН получена серия биологически активных веществ (БАВ) растительного и химического происхождения, которые могут влиять на процессы роста и развития растений и формирования урожая, биохимический состав зерна этой культуры [7]. Поэтому исследования в направлении изучения новых биопрепаратов представляют несомненную актуальность.

Цель исследования – изучение влияния биологически активных веществ на рост и развитие растений, урожайность, технологические и биохимические качества зерна гречихи.

Задачи: оценить влияние биологически активных веществ на рост и развитие растений гречихи; определить биохимический состав зерна и его технологические качества в зависимости от обработки биопрепаратами.

Объект и методы. Исследование проводилось в полевых и лабораторных условиях лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» и ФГБУН Тихоокеанский институт биорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН в 20019–2021 гг. Опыты распола-

гались в Уссурийском районе Приморского края в окрестностях п. Тимирязевский, на выровненных по рельефу участках. Почвы лугово-бурые отбеленные, с низким содержанием гумуса (2,9 %), азота легкогидролизуемого (71,0 мг/кг); с высоким содержанием подвижного фосфора (19,0 мг/кг) и обменного калия (65,0 мг/кг), по степени кислотности среднекислые, pH солевой вытяжки – 4,7; содержание Ca и Mg – 11,4 и 3,3 мг-экв/100 г соответственно; S – 16,0 мг-экв/100 г; Нг – 4,6 мг-экв/100 г. В качестве объекта исследования взят районированный сорт гречихи Изумруд.

В эксперименте были исследованы биологически активные вещества: растительного происхождения – водно-спиртовой экстракт (ВСЭ) из красных, красно-зеленых, зелено-красных и зеленых стеблей сортов Изумруд и При 7 с концентрацией 100; 10 и 1 мкг/мл, – а также химические: эхинохром, нафтопурпурил, триметиловый эфир эхинохрома с концентрацией 100, 10 и 1 мкг/мл, – полученные в Тихоокеанском институте биорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН.

Площадь опытной делянки – 15,0 м², повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Растения гречихи обрабатывали в посевах при наступлении фазы бутонизации из расчета 30 мл/м². Контрольный вариант – без обработки. Содержание флавоноидов определялось спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра Shimadzu UV mini-1240 (Япония) в ТИБОХ ДВО РАН. Статистическая обработка данных проводилась согласно методике Б.А. Доспехова [11].

Результаты и их обсуждение. При использовании влияния разных концентраций БАВ (от 1 до 100 мкг/мл) на рост и развитие растений сорта Изумруд установлено, что происходит изменение хозяйственно ценных, морфологических и биохимических признаков (табл. 1). Наибольшее значение показателей элементов продуктивности (количество соцветий с плодами, масса 1000 зерен), достоверно превышающее контрольные значения, обнаружено в варианте с обработкой посевов экстрактом, полученным из растений гречихи с красными стеблями сорта Изумруд и При 7, в диапазоне всех изучаемых концентраций (1–100 мкг/мл). По мере уменьшения интенсивности антоциановой окраски стеблей гречихи снижалась и эффективность получаемых из них экстрактов.

Использование варианта с обработкой ВСЭ из красных стеблей гречихи сорта Изумруд (100 мкг/мл) привело к увеличению количества соцветий с плодами (25 шт. с растения), массы 1000 зерен (35,8 г) и урожайности (2,4 т/га). По крупности зерна (35,9 г) и с максимальной прибавкой урожайности по отношению к контролю на 72 % выделился вариант при обработке ВСЭ из красных стеблей гречихи сорта При 7 с концентрацией 100 мкг/мл. Среди изученных химических препаратов максимальный стимулирующий эффект влияния на урожайность (2,3 т/га), количество соцветий с плодами (22,7 шт.) и крупность зер-

на (35,9 г) показал вариант с обработкой эхинохромом с концентрацией 100 мкг/мл.

Исследования показали, что при применении ВСЭ, полученных из красных стеблей, прослеживается положительная тенденция в повышении технологических и биохимических показателей качества зерна у растений в зависимости от применяемой концентрации. При применении химического вещества эхинохрома отмечено увеличение белка на 14,5 % при обработке с концентрацией 10 мкг/мл (табл. 2). Высокий выход крупы (72,7 %) и низкая пленчатость (27,3 %) выявлены в варианте с применением триметилового эфира эхинохрома (концентрация 10 мкг/мл).

Таблица 1

Влияние биологически активных веществ на урожайность гречихи (2019–2021 гг.)

Вариант ВСЭ	Концентрация раствора, мкг/мл	Высота растения, см	Кол-во соцветий с плодами, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1	2	3	4	5	6
Контроль	–	108,7	19,2	33,4	1,8
Сорт гречихи Изумруд:					
из красных стеблей	100	120,7	25,0	35,8	2,4
	10	117,4	22,7	34,2	2,0
	1	108,2	22,3	34,1	1,9
из красно-зеленых стеблей	100	117,4	20,3	35,3	2,1
	10	113,5	20,0	34,0	1,9
	1	116,9	20,0	34,9	1,8
из зелено-красных стеблей	100	108,9	21,3	34,3	1,7
	10	116,2	20,3	34,4	1,6
	1	107,9	20,7	34,5	1,6
из зеленых стеблей	100	109,5	24,7	34,0	1,9
	10	107,2	22,7	34,2	1,7
	1	111,5	19,7	34,5	1,6
Сорт гречихи При 7:					
из красных стеблей	100	113,3	24,8	35,9	2,5
	10	115,8	19,7	34,5	2,2
	1	115,9	19,0	34,7	2,0
из красно-зеленых стеблей	100	121,0	20,7	35,1	2,2
	10	111,4	20,3	34,6	2,0
	1	116,7	19,5	34,8	2,0
из зелено-красных стеблей	100	108,2	19,7	34,0	2,0
	10	123,3	20,3	34,0	2,0
	1	124,4	19,7	34,0	1,9
из зеленых стеблей	100	118,6	19,3	34,3	2,0
	10	110,5	17,7	34,5	1,7
	1	116,7	16,3	34,6	1,5
Эхинохром	100	109,7	22,7	35,9	2,3
	10	108,2	20,7	33,6	2,1
	1	120,0	22,3	34,0	1,7

1	2	3	4	5	6
Нафтопурпурил	100	116,6	21,3	35,2	2,1
	10	114,1	21,0	35,6	2,0
	1	117,3	18,3	33,1	1,9
Триметиловый эфир эхинохрома	100	122,8	22,3	35,5	2,2
	10	120,8	22,3	33,5	2,1
	1	121,8	21,7	33,7	1,8
НСР _{0,95}	–	6,9	2,8	2,1	0,2

Здесь и далее: ВСЭ – водно-спиртовой экстракт.

Наибольшее содержание флавоноидов (от 0,14 до 0,22 мг/100 г) отмечено при обработке экстрактом из красностебельной гречихи сортов При 7 и Изумруд при концентрации раствора 1; 10; 100 мкг/мл. С пониженным содержанием флавоноидов были контрольные растения, с зе-

лено-красной и зеленой окраской стеблей – от 0,11 до 0,15 мг/100 г.

При опрыскивании растений водно-спиртовым экстрактом из красных стеблей гречихи сорта Изумруд с концентрацией 100 мкг/мл увеличилось количество белка до 13,9 % и жира – до 3,4 %.

Таблица 2

Влияние биологически активных веществ на биохимические показатели и технологические качества зерна гречихи сорта Изумруд (2019–2021 гг.)

Вариант ВСЭ	Концентрация раствора, мкг/мл	Белок, %	Жир, %	Содержание флавоноидов, мг/100 г	Выход крупы, %	Пленчатость, %
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	–	12,8	2,5	0,11	69,7	30,3
Сорт гречихи Изумруд:						
из красных стеблей	100	13,9	3,4	0,22	71,3	29,7
	10	13,4	3,0	0,21	69,1	30,9
	1	13,3	3,0	0,20	68,2	31,8
из красно-зеленых стеблей	100	13,2	2,9	0,20	69,8	30,2
	10	13,5	2,8	0,18	69,0	31,0
	1	13,2	3,1	0,12	68,0	32,0
из зелено-красных стеблей	100	12,5	3,3	0,15	71,8	28,2
	10	13,2	2,9	0,13	67,0	33,0
	1	13,3	3,3	0,11	65,0	35,0
из зеленых стеблей	100	12,5	2,4	0,13	69,3	30,7
	10	12,7	2,9	0,12	68,7	31,3
	1	13,2	3,5	0,11	68,0	32,0
Сорт гречихи При 7:						
из красных стеблей	100	13,6	3,6	0,22	72,0	28,0
	10	13,6	3,3	0,16	67,3	32,7
	1	13,8	3,0	0,14	70,7	29,3
из красно-зеленых стеблей	100	12,6	2,4	0,15	64,8	35,2
	10	12,3	2,6	0,12	69,2	30,8
	1	12,7	2,7	0,11	63,7	36,3
из зелено-красных стеблей	100	13,2	2,9	0,14	69,8	30,2
	10	13,0	3,1	0,13	69,5	30,5
	1	13,2	3,1	0,12	69,5	30,5
из зеленых стеблей	100	12,4	3,3	0,12	68,5	31,5
	10	12,7	3,1	0,11	65,6	34,4
	1	12,4	3,2	0,11	64,5	35,5

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Эхинохром	100	13,3	2,7	0,08	71,1	28,9
	10	14,5	2,7	0,06	65,7	34,3
	1	13,8	3,0	0,06	67,5	32,5
Нафтопурпурил	100	13,8	3,4	0,11	65,9	34,1
	10	13,5	2,6	0,08	64,0	36,0
	1	13,5	2,6	0,06	65,1	34,9
Триметиловый эфир эхинохрома	100	13,6	2,4	0,08	69,1	30,9
	10	13,7	2,8	0,07	72,7	27,3
	1	14,1	2,9	0,06	68,3	31,7
НСР _{0,95}		0,8	0,3	0,01	3,9	2,0

Заключение. По результатам исследования установлено, что обработка водно-спиртовым экстрактом из красных стеблей сортов Изумруд и При 7 с концентрацией 100 мкг/мл способствует получению высокой урожайности (2,4–2,5 т/га), повышенному содержанию флавоноидов (0,22 мг/100 г) и влияет на другие хозяйственно ценные признаки.

Таким образом, экстракты, полученные из гречихи, заслуживают внимания как потенциальные фиторегуляторы. Включение биологически активных веществ в технологию возделывания гречихи может стать эффективным способом повышения ее продуктивности, важным резервом улучшения качества урожая и повышения устойчивости растительного организма к стрессовым факторам среды.

Список источников

1. Биохимическая характеристика белков семян современных сортов гречихи / С.В. Бобков [и др.] // Земледелие. 2015. № 5. С. 42–43.
2. Гагарина И.Н. Изучение влияния биологически активных веществ на иммунитет гречихи // Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: мат-лы междунар. науч.-практ. интернет-конф. по актуальным проблемам в области биотехнологии / Орловский ГАУ. Орел, 2020. 458 с.
3. Pavlovskaya N.E., Gorkov A.A. Effect of new biologies on winter wheat structure and technological properties / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2020. P. 12–22.
4. Никитина В.И., Борцова И.Ю. Оценка образцов гречихи на содержание рутина в листовостеппной зоне Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2018. № 5. С. 66–70.
5. Кадьрова Ф.З. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность растений гречихи // Плодородие. 2020. № 3. С. 44–47.
6. Makarenko O.A., Levitsky A.P. Physiological functions of flavonoids in plants // Physiology and biochemistry of cultivated plants. 2013. 45 (2): С. 100–12.
7. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment // Molecules. 2014. 19: P. 16240-65.
8. Сравнительное морфологическое и биохимическое изучение сортов гречихи съедобной (*Fagopyrum esculentum* Moench) различного происхождения / А.Г. Клыкков [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 4 (48). С. 75–82.
9. The peculiarities of buckwheat growing technology in Primorsky krai / L. Moiseynko [et al.] // International Symposium on Buckwheat and the Dietary Culture, Xichang, China. 2005. P. 21–25.
10. Van Oosten, M. J., O. Pepe, S. De Pascale, S. Silletti, and A. Maggio. 2017. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. P. 4–5.
11. Доснехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

1. Biohimicheskaya harakteristika belkov semyan sovremennyh sortov grechihy / S.V. Bobkov [i dr.] // Zemledelie. 2015. № 5. S. 42–43.
2. Gagarina I.N. Izuchenie vliyaniya biologicheskii aktivnyh veschestv na immunitet grechihy // Racional'noe ispol'zovanie syr'ya i sozdanie

- novyh produktov biotekhnologicheskogo naznacheniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. po aktual'nym problemam v oblasti biotekhnologii / Orlovskij GAU. Orel, 2020. 458 s.
3. *Pavlovskay N.E., Gorkov A.A.* Effect of new biologies on winter wheat structure and technological properties / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2020. P. 12–22.
 4. *Nikitina V.I., Borcova I.Yu.* Ocenka obrazcov grechih na sodержanie rutina v lesostepnoj zone Krasnoyarskogo kraja // Vestnik KrasGAU. 2018. № 5. S. 66–70.
 5. *Kadyrova F.Z.* Vliyanie biologicheski aktivnyh preparatov na produktivnost' rastenij grechih // Plodorodie. 2020. № 3. S. 44–47.
 6. *Makarenko O.A., Levitsky A.P.* Physiological functions of flavonoids in plants // Physiology and biochemistry of cultivated plants. 2013. 45 (2): S. 100–12.
 7. *Mierziak J., Kostyn K., Kulma A.* Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment // Molecules. 2014. 19: P. 16240-65.
 8. Sravnitel'noe morfologicheskoe i biohimicheskoe izuchenie sortov grechih s'edobnoj (*Fagopyrum esculentum* Moench) razlichnogo proishozhdeniya / A.G. Klykov [i dr.] // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2018. № 4 (48). S. 75–82.
 9. The peculiarities of buckwheat growing technology in Primorsky krai / L. Moiseynko [et al.] // International Symposium on Buckwheat and the Dietary Culture, Xichang, China. 2005. P. 21–25.
 10. *Van Oosten, M. J., O. Pepe, S. De Pascale, S. Silletti, and A. Maggio.* 2017. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. P. 4–5.
 11. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

Статья принята к публикации 13.03.2023 / The article accepted for publication 13.03.2023.

Информация об авторах:

Алексей Григорьевич Клыков¹, заведующий отделом селекции и биотехнологии сельскохозяйственных культур, доктор биологических наук, академик РАН

Галина Александровна Муругова², старший научный сотрудник отдела селекции зерновых и крупяных культур, кандидат сельскохозяйственных наук

Оксана Анатольевна Тимошинова³, научный сотрудник отдела селекции зерновых и крупяных культур

Юлия Викторовна Самагина⁴, младший научный сотрудник отдела селекции зерновых и крупяных культур

Елена Леонидовна Чайкина⁵, научный сотрудник лаборатории биоиспытаний и механизма действия биологически активных веществ

Анна Евгеньевна Закирова⁶, младший научный сотрудник лаборатории фармакологии и биомедицины

Information about the authors:

Alexey Grigorievich Klykov¹, Head of the Department of Breeding and Biotechnology of Agricultural Crops, Doctor of Biological Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Galina Alexandrovna Murugova², Senior Researcher at the Department of Selection of Grain and Cereal Crops, Candidate of Agricultural Sciences

Oksana Anatolyevna Timoshinova³, Researcher at the Department of Selection of Grain and Cereal Crops

Yulia Viktorovna Samagina⁴, Junior Researcher at the Department of Selection of Grain and Cereal Crops

Elena Leonidovna Chaikina⁵, Researcher, Laboratory of Biotesting and Mechanism of Action of Biologically Active Substances

Anna Evgenievna Zakirova⁶, Junior Researcher Laboratory of Pharmacology and Biomedicine

