

Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. С. 171-181
Animal Husbandry and Fodder Production. 2022. Vol. 105, no 1. P. 171-181

Научная статья
УДК: 633.358:633.13:551.631.8(470.56)
doi: 10.33284/2658-3135-105-1-171

Особенности формирования продуктивности посевов гороха и овса при применении биостимуляторов в засушливых условиях оренбургского Предуралья

Нелли Сергеевна Регер¹, Ишен Насанович Бесалиев², Александр Леонидович Панфилов³

^{1,2,3}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹ellen.13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0047-7680>

²orniish_tzk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9389-1938>

³panfilov-1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1210-6350>

Аннотация. Биостимуляторы в своём составе содержат природные вещества и применяются в небольших дозах, активируя физиологические и биохимические процессы в растениях, что помогает культурам справиться с неблагоприятными условиями. Они влияют на гормональный статус, метаболизм, стимулируют рост и развитие растения, а также усиливают способности противостоять негативному воздействию стрессовых факторов различной природы. В статье представлены результаты по изучению влияния современных биостимуляторов Фитоспорина-М, Ж (АС)+аминокислоты и Бионекс-Кеми, Ж, (НРК 21:4:4)+МЭ на показатели продуктивности гороха и овса. В засушливых условиях 2021 года получено положительное влияние данных препаратов на показатели роста и накопления надземной биомассы изученных культур, а также на содержание фотосинтетических пигментов в растениях.

Накопление сырой и сухой надземной биомассы овса было более интенсивным при применении Бионекс-Кеми, Ж, (НРК 21:4:4)+МЭ. Значительное увеличение по высоте растений было отмечено на посевах овса при применении Фитоспорина-М, Ж (АС)+аминокислоты. Биостимуляторы также способствовали повышению содержания фотосинтетических пигментов в листьях изучаемых культур.

Ключевые слова: овёс, горох, биофунгицид, биоудобрение, засуха, надземная биомасса, хлорофилл, каротиноиды

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2021-2030 г. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0526-2022-0014)

Для цитирования: Регер Н.С., Бесалиев И.Н., Панфилов А.Н. Особенности формирования продуктивности посевов гороха и овса при применении биостимуляторов в засушливых условиях оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. С. 171-181. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-171>

Original article

Peculiarities of productivity formation of pea crops and oats after using biostimulants in arid conditions of the Orenburg Cis-Urals

Nelli S Reger¹, Ishen N Besaliev², Alexander L Panfilov³

^{1,2,3}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹ellen.13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0047-7680>

²orniish_tzk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9389-1938>

³panfilov-1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1210-6350>

Abstract. Biostimulants contain natural substances in their composition and are used in small doses, activating physiological and biochemical processes in plants, it helps crops cope with adverse conditions. They affect the hormonal status, metabolism, stimulate the growth and development of the plant, and also enhance the ability to withstand the negative effects of stress factors of various nature. The article

presents the results of studying the influence of modern biostimulants Fitosporin-M, Zh (AS) + amino acids and Bionex-Kemi, Zh, (NPK 21:4:4) + ME on the productivity of peas and oats. In the arid conditions of 2021, a positive effect of these preparations on the growth and accumulation of aboveground biomass of the studied crops, as well as on the content of photosynthetic pigments in plants, was obtained.

The accumulation of raw and dry above-ground oat biomass was more intense when using Bionex-Kemi, G, (NPK 21:4:4) + ME. A significant increase in plant height was noted in oat crops when Fitosporin-M, Zh (AS) + amino acids were used. Biostimulants also contributed to an increase in the content of photosynthetic pigments in the leaves of the studied crops.

Keywords: biofungicide, biofertilizer, oats, peas, drought, aboveground biomass, chlorophyll, carotenoids

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2021-2030 FSBRI FRC BST RAS (No. 0526-2022-0014).

For citation: Reger NS, Besaliev IN, Panfilov AL. Peculiarities of productivity formation of pea crops and oats after using biostimulants in arid conditions of the Orenburg Cis-Urals. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(1):171-181. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-1-171>

Введение.

Засуха является абиотическим стрессом, значительно снижающим урожайность в засушливых регионах, к которым относится и Оренбургская область (Воскобулова Н.И. и др., 2019). Основным отрицательным действием при этом оказывается недостаток почвенной влаги на фоне высокой температуры воздуха, особенно максимальных её значений. Дефицит влаги пагубно влияет на все сельскохозяйственные культуры, тем самым угрожая продовольственной безопасности страны (Bashir K et al., 2019). Усиление засушливости негативно отражается на состоянии самого растения: изменяются физиология, рост и развитие, а также выживаемость растений от корней к листьям (Elsa E et al., 2007; Yang T et al., 2014).

Возделывание кормовых культур предусматривает применение современных, научно-обоснованных технологий и приёмов, повышающих устойчивость к стрессам, для получения высокоурожайной и качественной продукции с единицы площади (Володина И.А., 2018).

В последнее время особый интерес представляет применение биостимуляторов (Calvo P et al., 2014). По данным ФАО (2009), термин биостимулятор определяется как «продукт, который стимулирует процессы роста растений через синтез субстанций, способствующих росту, и/или процессы питания растений независимо от содержания питательных веществ с целью улучшения одного или нескольких факторов: эффективности использования или усвоения питательных веществ растениями; устойчивости растений к абиотическому стрессу; или качественных признаков культур».

Исследователями отмечено положительное действие биостимуляторов на активацию биохимических процессов в растении (Зубарева К.Ю. и Прудникова Е.Г., 2020), морфометрические параметры, всхожесть и энергию прорастания семян (Павловская Н.Е. и др., 2021), продуктивность растений (Закирова Р.П. и др., 2020), содержание макро- и микроэлементов (Ricardo de A Silva et al., 2016). Также биостимуляторы, содержащие в своём составе брассиностероиды, способствуют снижению накопления тяжёлых металлов в органах растений (Грабовская Н.И. и Бабенко О.Н., 2020).

Варьирование результатов применения биостимуляторов зависит от многих аспектов: состав, дозировка, способ и время применения и т. д. Для понимания влияния биостимуляторов на физиологию растений нужно проводить больше исследований, чтобы подробно изучить их механизмы действия и повысить эффективность их использования (Petropoulos SA, 2020; Baltazar M et al., 2021).

Цель исследований.

Изучение влияния обработки биостимуляторами на показатели продуктивности посевов гороха и овса: накопление надземной биомассы, высоты растений, содержание фотосинтетических пигментов.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Сорт гороха посевного (*Pisum sativum L.*) Ватан, сорт ярового овса (*Avena sativa L.*) Конкур.

Характеристика территории, природно-климатические условия. Полевые исследования проводились на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФНЦ БСТ РАН) в Оренбургском районе. Почва участка – южный солонцеватый маломощный чернозём суглинистого механического состава.

Погодные условия периода вегетации можно характеризовать как особо неблагоприятные, которые выражались в аномальной засухе, негативно повлиявшей на формирование вегетативной массы изучаемых культур, процесс колошения зерновых и бутонизацию зернобобовых культур, рост и развитие генеративных органов. Такие неблагоприятные условия вегетации в 2021 году были распространены в большинстве районов Оренбургской области.

Схема эксперимента. Применение биопрепаратов осуществлялось на опытном поле ФНЦ БСТ РАН, расположенном около села Нежинка Оренбургского района Оренбургской области, с помощью ранцевых опрыскивателей. В контрольных вариантах обработку изучаемых культур проводили водой (табл. 1).

Таблица 1. Варианты опыта
Table 1. Experiment option

Варианты опыта / <i>Experiment option</i>	Расход действующего вещества препарата / <i>Consumption of active substance of the drug</i>
1. Горох (контроль) / <i>Peas (control)</i>	Обработка водой / <i>Water treatment</i>
2. Горох (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ) / <i>Peas (Bioneks-Kemi, L, NPK 21: 4: 4+ME)</i>	Некорневая подкормка в дозе 3 л/га в фазах бутонизации, начала образования бобов / <i>Foliar dressing a dose 3 l/ha in the budding phases, the beginning of the formation of beans</i>
3. Горох (Фитоспорин- М, Ж (АС) + аминокислоты) / <i>Peas (Fitosporin- M, L (AS) + amino acids)</i>	Предпосевная обработка семян (доза 1 л/т). Опрыскивание посевов в фазах бутонизации, начала образования бобов 1 л/га / <i>Presowing seed treatment (dose 1 l/t). Spraying crops in the budding phases, the beginning of the formation of beans 1 l/ha</i>
4. Овёс (контроль) / <i>Oats (control)</i>	Обработка водой / <i>Water treatment</i>
5. Овёс (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ) / <i>Oats (Bioneks-Kemi, L, NPK 21: 4: 4+ME)</i>	Некорневая подкормка в дозе 3 л/га в фазах кущения, выметывания / <i>Foliar top dressing a dose 3 l/ha in the tillering phases, sweeping</i>
6. Овёс (Фитоспорин- М, Ж (АС)+ аминокислоты) / <i>Oats (Fitosporin- M, L (AS) + amino acids)</i>	Предпосевная обработка семян (доза 1 л/т). Опрыскивание посевов в фазах кущения, выметывания 1 л/га / <i>Presowing seed treatment (dose 1 l/t). Spraying of crops in the phases of tillering, sweeping 1 l/ha</i>

Высоту растений определяли путём промеров 10 растений в двух несмежных повторениях. Учёт надземной биомассы проводился на площадках 0,25 м² в 4-кратной повторности. После взвешивания сырой биомассы растения с четырёх площадок объединяли, затем высушивали до воздушно-сухого состояния и снова взвешивали (Новоселов Ю.К. и др., 1983).

Определение хлорофилла и каротиноидов в листьях растений осуществлялось спектрофотометрическим методом (Воробьев В.Н. и др., 2013).

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены в ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. Опрыскиватель ранцевый Titan 12 (Marolex, Польша), рамка агрономическая 0,25 м² (Агроселена, Россия), весы электронные ADAM HCB 602H («Adam Equipment Co., Ltd.»),

Великобритания), шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ («Aerotube», Россия), спектрофотометр UNICO 2100 («United products & instruments», США).

Статистическая обработка. Оценка достоверности выборочных средних выполнена по Б.А. Доспехову (1985). Необходимые статистические расчёты выполнили помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

Обработка кормовых культур исследуемыми препаратами положительно повлияла на накопление сырой и сухой биомассы во всех экспериментальных вариантах опыта по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2. Надземная масса по фазам развития растений гороха и овса
Table 2. Aboveground mass by phases of development of pea and oat plants

Варианты опыта / Experiment option	Сырая надземная биомасса т/га / Wet aboveground biomass t/ha		Сухая надземная биомасса т/га / Dry aboveground biomass t/ha	
	фаза – кушение (овёс) / Phase – tillering (oats) Фаза – бутонизация (горох) / Phase – budding (peas)	фаза – вымётывание (овёс) / Phase – panicle exit (oats) Фаза – начало образования бобов (горох) / Phase – the beginning of the formation of beans (peas)	фаза – кушение (овёс) / Phase – tillering (oats) Фаза – бутонизация (горох) / Phase – budding (peas)	фаза – вымётывание (овёс) / Phase – hemming (oats) Фаза – начало образования бобов (горох) / Phase – the beginning of the formation of beans (peas)
1. Горох (контроль) / Peas (control)	3,20	4,61	0,51	1,02
2. Горох (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ) / Peas (Bioneks-Kemi, L, NPK 21: 4: 4+ME)	3,28	4,77	0,52	1,11
3. Горох (Фитоспорин-М, Ж (АС)+аминокислоты) / Peas (Fitosporin-M, L (AS)+amino acids)	3,31	4,71	0,54	1,08
4. Овёс (контроль) / Oats (control)	3,68	5,52	0,69	1,30
5. Овёс (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ) / Oats (Bioneks-Kemi, L, NPK 21: 4: 4+ME)	4,08	6,18	0,77	1,36
6. Овёс (Фитоспорин-М, Ж (АС)+аминокислоты) / Oats (Fitosporin-M, L (AS)+amino acids)	3,74	5,59	0,72	1,33

По эффективности влияния на сырую надземную биомассу между биопрепаратами на посевах гороха отличия незначительны. Так, при применении Фитоспорина-М, Ж (АС)+аминокислоты и Бионекс-Кеми Ж, (NPK 21:4:4)+МЭ в фазе бутонизации, отмечено увеличение сырой биомассы на 3 % и 2,5 % соответственно по сравнению с контролем. В следующей фазе (начало образования

бобов) Бионекс-Кеми Ж, (NPK 21:4:4)+МЭ улучшил на 0,8 % накопление сырой надземной массы по сравнению со вторым биостимулятором.

При обработке биоудобрением Бионекс-Кеми Ж, (NPK 21:4:4)+МЭ более существенные результаты получены на посевах с овсом по обеим фазам. В фазе кущения Бионекс-Кеми Ж, (NPK 21:4:4)+МЭ превосходил по эффективности контроль на 11 % и на 9,7 % – биофунгицид. Аналогичные результаты по эффективности получены и в фазе выметывания метёлки.

Высота растений является генетически детерминированным признаком. Под действием климатических факторов и технологии возделывания она значительно варьируется. Из-за аномально жаркой погоды линейное развитие растений было малозначительным, но действие биостимуляторов всё же прослеживается.

Во всех вариантах опыта высота растений у исследуемых культур превышала контроль (табл. 3).

Таблица 3. Влияние биостимуляторов на высоту растений

Table 3. Effect of biostimulants on plant height

Варианты опыта / <i>Experiment option</i>	Высота растений, см / <i>Plant height, cm</i>	
	фаза бутонизация – горох / <i>Phase – budding (peas);</i> фаза кущение – овёс / <i>Phase – tillering (oats)</i>	фаза – полная спелость / <i>Phase – full ripeness</i>
1. Горох (контроль)/ <i>Peas (control)</i>	24,62±0,62	27,35±0,91
2. Горох (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ) / <i>Peas (Bioneks-Kemi, L, NPK 21:4:4+ME)</i>	26,72±0,65	28,50±1,11
3. Горох (Фитоспорин-М, Ж (АС) + аминокислоты) / <i>Peas (Fitosporin-M, L (AS)+amino acids)</i>	26,11±0,56	28,90±1,03
4. Овёс (контроль)/ <i>Oats (control)</i>	22,93±0,60	37,15±1,54
5. Овёс (Бионекс-Кеми, Ж, NPK 21:4:4+МЭ) / <i>Oats (Bioneks-Kemi, L, NPK 21:4:4+ME)</i>	27,18±0,71	45,00±0,95
6. Овёс (Фитоспорин-М, Ж (АС) + аминокислоты) / <i>Oats (Fitosporin-M, L (AS)+amino acids)</i>	29,76±0,67	45,10±0,78

Наиболее интенсивный рост отмечен к фазе бутонизации гороха, причём лучший результат по высоте растений (на 8,5 % выше контроля) был получен при применении Бионекс-Кеми Ж, (NPK 21:4:4)+МЭ.

Более эффективное воздействие на высоту растений биостимуляторы оказали на овсе, в частности, Фитоспорин -М, Ж (АС)+аминокислоты, который увеличил данный показатель на 6,83 см в фазе кущения и на 7,95 см – в фазе выметывания метёлки относительно контроля. По сравнению с горохом овёс оказался более отзывчивым на обработку биостимуляторами.

Содержание хлорофилла в листьях служит одним из показателей физиологического состояния растения и обуславливает зелёную окраску листьев. Существует более 10 пигментов, входящих в группу «хлорофиллов», но основными являются хлорофиллы *a* и *b*. Каротиноиды способствуют дополнительному поглощению энергии света и защищают молекулы хлорофилла от фотоокисления.

По данным гистограммы (рис. 1) можно сделать вывод о положительном влиянии биостимуляторов на содержание фотосинтетических пигментов.

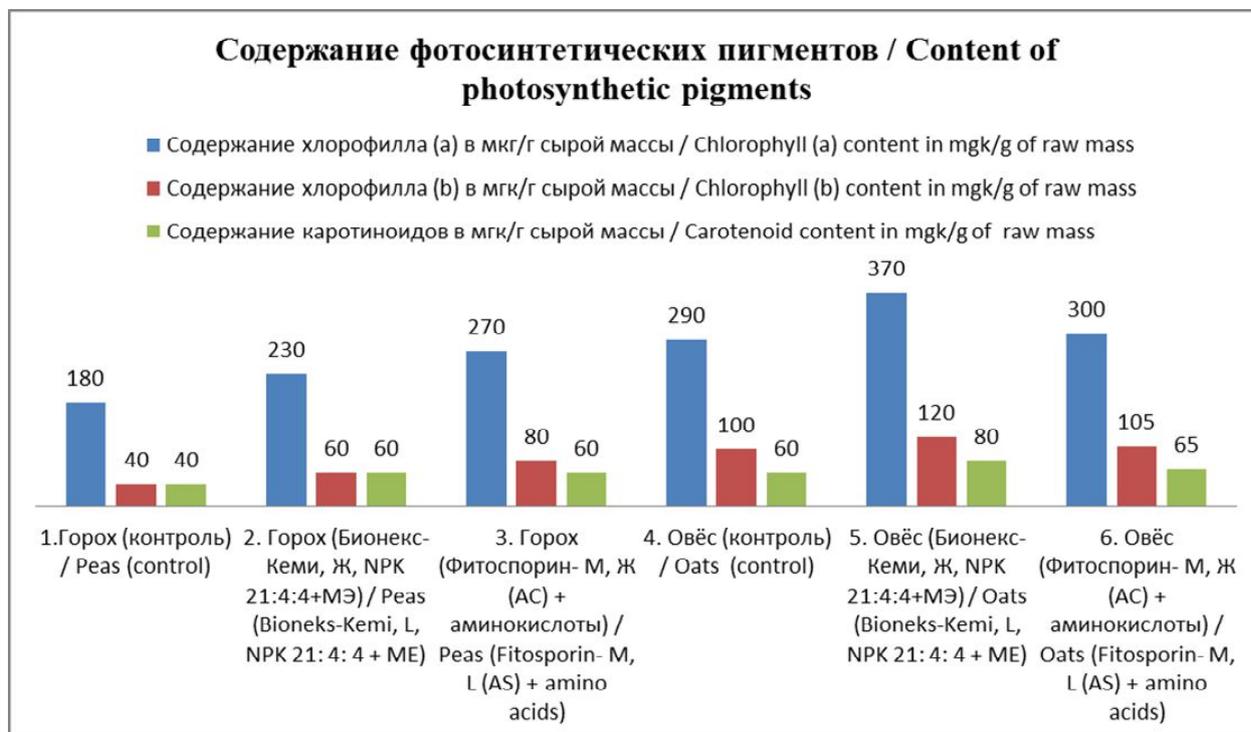


Рис. 1 – Содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений гороха и овса
Figure 1 – The content of photosynthetic pigments in the leaves of pea and oat plants

Максимальное содержание хлорофилла *a* и *b*, а также каротиноидов было получено на варианте с овсом при применении биоудобрения Бионекс-Кеми Ж, (NPK 21:4:4)+МЭ, превышая контрольный вариант на 27,6 %, 20 % и 33,3 % соответственно.

Наилучший эффект от биофунгицида Фитоспорин-М, Ж (АС)+ аминокислоты был получен по гороху – увеличилось содержание всех фотосинтетических пигментов на 50 % в равной степени по отношению к контролю.

Обсуждение полученных результатов.

Наращение засушливости климата с ростом температурного режима воздуха и снижением количества осадков предполагает поиск путей компенсации стрессового воздействия погодных факторов на формирование продуктивности культур. Одним из путей реализации этой задачи исследователями видится в применении рострегулирующих препаратов и биофунгицидов, оказывающих положительное влияние на формирование продуктивности посевов в этих условиях.

Следует отметить, что применение биопрепаратов может способствовать сокращению использования удобрений до 50 %. Применение гуминовых кислот положительно влияет на физические и химические свойства почвы, обеспечивая более подходящую среду для роста растений, а также значительно уменьшает объёмы использования химических удобрений и пестицидов в почвах (Li X et al., 2010). Биостимуляторы на основе микроорганизмов часто обладают фунгицидными свойствами, т. е. подавляют развитие патогенной микрофлоры (Яхин О. И. и др., 2020). Положительное влияние биостимуляторов прослеживается в увеличении содержания фотосинтетических пигментов и повышении устойчивости к стресс-факторам, в частности к засухе (Панфёрова Т. В. и др., 2021; Caulet R et al., 2014).

В работе изучены препараты, содержащие в своём составе макро- и микроэлементы, различные аминокислоты, повышающие регуляции реакции растений на стресс-факторы. Данные, полу-

ченные в условиях экстремально засушливого 2021 года с положительными эффектами по показателям продуктивности посевов гороха и овса, подтверждают их эффективность

Положительное влияние от биопрепарата Фитоспорин-М, Ж при предпосевной обработке семян получено в исследованиях и других авторов (Давлетшин Ф.М. и др., 2014; Коршиков А.В., 2005; Костин В. И. и др., 2020). Об эффективности применения препарата Бионекс-Кеми в период кушения яровой пшеницы сообщает Горянин О.И. (2019).

Заключение.

В результате исследований по предпосевной обработке семян и некорневой подкормки биостимуляторами установлено, что изучаемые препараты способствуют улучшению накопления надземной массы гороха и овса, повышению линейного роста растений, а также увеличению содержания фотосинтетических пигментов.

Применение биостимуляторов поможет снизить расход химических средств защиты растений и минеральных удобрений, тем самым повысив уровень экологической безопасности.

Результаты и выводы опыта основаны на данных одного года и являются предварительными, поэтому научное исследование будет продолжено.

Список источников

1. Володина И.А. Изучение влияния биостимуляторов на продуктивность люцерны изменчивой // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 11(1). С. 175-180. [Vlodina IA. The study of the influence of biostimulators on productivity of alfalfa changeable. International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018;11(1):175-180. (*In Russ*)]. doi: 10.24411/2500-1000-2018-10179

2. Воскобулова Н.И., Неверов А.А., Яичкин В.Н. Эффективность предпосевной обработки семян ярового ячменя регуляторами роста в условиях дефицита влаги // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 2. С. 151-162. [Voskobulova NI, Neverov AA, Yaichkin VN. The effectiveness of pre-sowing treatment of seeds of spring barley with growth regulators in conditions of moisture deficiency. Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(2):151-162. (*In Russ*)]. doi: 10.33284/2658-3135-102-2-151

3. Грабовская Н.И., Бабенко О.Н. Протекторное действие на растения препаратов, содержащих брассиностероиды, в условиях загрязнения среды свинцом (обзор) // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2020. Т. 13. № 2. С. 129-163. [Grabovskaya NI, Babenko ON. Protective effect of preparations containing brassinosteroids on plants exposed to environmental lead contamination: a review. Journal of Siberian Federal University. Biology. 2020;13(2):129-163. (*In Russ*)]. doi: 10.17516/1997-1389-0322

4. Горянин О.И. Интенсификация прямого посева в Заволжье // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № S5(12). С. 46-51. [Goryanin OI. Intensification of direct sowing in Zavolzhye. Agricultural Journal. 2019;S5(12):46-51. (*In Russ*)]. doi: 10.25930/0372-3054/007.5.12.2019

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. [Dospikhov BA. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat; 1985:351 p. (*In Russ*)].

6. Закирова Р.П., Курбанова Э.Р., Хидирова Н.К. Эффективность композиции биостимулятора Учкун плюс на культуре хлопчатника // Агрехимия. 2020. № 5. С. 26-30. [Zakirova RP, Kurbanova ER, Khidyrova NK. Effectiveness of the composition of the biostimulator Uchkun plus on cotton culture. Agrohimiya. 2020;5:26-30. (*In Russ*)]. doi: 10.31857/S0002188120050178

7. Зубарева К.Ю., Прудникова Е.Г. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои // Вестник аграрной науки. 2020. № 5(86). С. 33-38. [Zubareva KYu, Prudnikova EG. The in-

fluence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;5(86):33-38. (*In Russ*). doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.33

8. 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. [Korshikov AV. Efficiency of herbicides and Fitosporin-M when used together on spring wheat. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2005;1(5):83-84 (*In Russ*)].

9. Костин В.И., Решетникова С.Н., Сергатенко С.Н. Препарат "Фитоспорин АС, Ж" как биофунгицид при возделывании яровой пшеницы // Растениеводство и луговое хозяйство: сб. ст. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Москва, 18-19 октября 2020 года. М.: ЭЙПИСИПабблишинг, 2020. С. 166-170. [Kostin VI, Reshetnikova SN, Sergatenko SN. The drug "Fitosporin AS, Zh" as a biofungicide in the cultivation of spring wheat. *Crop and grassland farming: collection of articles from the All-Russian Scientific Conference with International Participation, Moscow, October 18-19, 2020*. Moscow: APC Publishing; 2020:166-170. (*In Russ*)].

10. Международный кодекс поведения в области распределения и использования пестицидов: пересмотренный вариант. Принят на 123-й Сессии Совета ФАО. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2009. 38 с. [Mezhdunarodnyj kodeks povedeniya v oblasti raspredeleniya i ispol'zovaniya pesticidov: peresmotrennyj variant. Prinyat na 123-j Sessii Soveta FAO. Rim: Prodovol'stvennaya i sel'skohozyajstvennaya organizaciya Ob"edinennyh Nacij; 2009:38 p. (*In Russ*)].

11. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов и др.; ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. М.: ВИК, 1983. 197 с. [Novoselov YuK et al. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami*. VNIi kormov im. V.R. Vil'yamsa. Moscow: VIK, 1983:197 p. (*In Russ*)].

12. Оценка применения биопрепарата комплексного действия Агрофил и полигуматов сапропеля на интенсификацию физиологических процессов *Allium cepa* L. при росте в омагниченной гидрокультуре / Т.В. Панферова и др. // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 38-44. [Panferova TV et al. Estimation of the application biopreparation of complex action "Agrophil" and the polyhumates of sapropel on the intensification of the physiological processes of *Allium cepa* L. growth in a magnetic hydroculture. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;3:38-44. (*In Russ*). doi: 10.28983/asj.y2021i3pp38-44

13. Павловская Н.Е., Гнеушева И.А., Агеева Н.Ю. Эффективность применения биоудобрения и нового биостимулятора на яровом ячмене *Hordeum vulgare* L // Вестник аграрной науки. 2021. № 1(88). С. 48-55. [Pavlovskaya NE, Gneusheva IA, Ageeva NYu. Efficiency of application of biofertilizer and new biostimulator on spring barley *Hordeum vulgare* L. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021;1(88):48-55. (*In Russ*). doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.1.48

14. Практикум по физиологии растений: учеб.-метод. пособие / В.Н. Воробьев, Ю.Ю. Невмержицкая, Л.З. Хуснетдинова, Т.П. Якушенкова. Казань: Казанский ун-т, 2013. 80 с. [Vorob'ev VN, Nevmerzhickaya YuYu, Husnetdinova LZ, Yakushenkova TP. *Praktikum po fiziologii rastenij: ucheb.-metod. posobie*. Kazan': Kazanskij universitet; 2013:80 p. (*In Russ*)].

15. Эффективность биофунгицида Фитоспорин-М, Ж на яровой пшенице при прямом посеве / Ф.М. Давлетшин, Р.Г. Гильманов, Х.М. Сафин, Д.С. Аюпов // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 2. С. 39-40. [Davletshin FM., Gil'manov RG, Safin HM, Ayupov DS. The effectiveness of the biofungicide Fitosporin-M, Zh on spring wheat with direct sowing. *Achievements of Science and Technology of the Agro-industrial Complex*. 2014;2:39-40. (*In Russ*)]

16. Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А. К вопросу о нормативно-правовом регулировании биостимуляторов // Агрохимия. 2020. № 9. С. 87-96. [Yakhin OI, Lubyaynov AA, Yakhin IA. Regarding the challenge of biostimulants legal and regulatory framework. *Agrohimiya*. 2020;9:87-96. (*In Russ*). doi: 10.31857/S0002188120090124.

17. Baltazar M, Correia S, Guinan KJ, Sujeeth N, Bragança R, Gonçalves B. Recent advances in the molecular effects of biostimulants in plants: an overview. *Biomolecules*. 2021;11(8):1096. doi: 10.3390/biom11081096

18. Bashir K, Matsui A, Rasheed S, Seki M. Recent advances in the characterization of plant transcriptomes in response to drought, salinity, heat, and cold stress [version 1; peer review: 2 approved]. *F1000Research*. 2019; 8(F1000 Faculty Rev):658. doi: 10.12688/f1000research.18424.1
19. Calvo P, Nelson L, Kloepper JW. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014;383:3-41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
20. Caulet R-P, Gradinariu G, Iurea, D, Morariu A. Influence of furostanol glycosides treatments on strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) growth and photosynthetic characteristics under drought condition. *Scientia Horticulturae*. 2014;169:179-188. doi: 10.1016/j.scienta.2014.02.031
21. Cleland EE, Chuine I, Menzel A, Mooney HA, Schwartz MD. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*. 2007;22(7):357-365. doi: 10.1016/j.tree.2007.04.003
22. Li X, Xing M, Yang J, Huang Z. Compositional and functional features of humic acid-like fractions from vermicomposting of sewage sludge and cow dung. *Journal of Hazardous Materials*. 2011;185(1-2):740-748. doi: 10.1016/j.jhazmat.2010.09.081
23. Petropoulos SA. Practical applications of plant biostimulants in greenhouse vegetable crop production. *Agronomy*. 2020;10:1569. doi: 10.3390/agronomy10101569
24. Silva Ricardo de A, Santos JL, Oliveira LS, Soares MRS, dos Santos SMS. Biostimulants on mineral nutrition and fiber quality of cotton crop. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2016;20(12):1062-1066. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n12p1062-1066
25. Yang T, Ma S, Dai CC. Drought degree constrains the beneficial effects of a fungal endophyte on *Atractylodes lancea*. *J Appl Microbiol*. 2014;117(5):1435-1449. doi: 10.1111/jam.12615

References

1. Volodina IA. The study of the influence of biostimulators on productivity of alfalfa changeable. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2018;11(1):175-180. doi: 10.24411/2500-1000-2018-10179
2. Voskobulova NI, Neverov AA, Yaichkin VN. The effectiveness of pre-sowing treatment of seeds of spring barley with growth regulators in conditions of moisture deficiency. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2019;102(2):151-162. doi: 10.33284/2658-3135-102-2-151
3. Grabovskaya NI, Babenko ON. Protective effect of preparations containing brassinosteroids on plants exposed to environmental lead contamination: a review. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2020;13(2):129-163. doi: 10.17516/1997-1389-0322
4. Goryanin OI. Intensification of direct sowing in Zavolzhye. *Agricultural Journal*. 2019;S5(12):46-51. doi: 10.25930/0372-3054/007.5.12.2019
5. Dospikhov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., supplement. and reworked. Moscow: Agropromizdat;1985:351 p.
6. Zakirova RP, Kurbanova ER, Khidyrova NK. Effectiveness of the composition of the biostimulator Uchkun plus on cotton culture. *Agrochemistry*. 2020;5:26-30. doi: 10.31857/S0002188120050178
7. Zubareva KYu, Prudnikova EG. The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;5(86):33-38. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.33
8. Korshikov AV. Efficiency of herbicides and Fitosporin-M when used together on spring wheat. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2005;1(5):83-84.
9. Kostin VI, Reshetnikova SN, Sergatenko SN. The drug "Fitosporin AS, Zh" as a biofungicide in the cultivation of spring wheat. *Crop and grassland farming: collection of articles from the All-Russian Research Conference with International Participation, Moscow, October 18-19, 2020*. Moscow: APC Publishing; 2020:166-170.
10. International Code of Conduct for the Distribution and Use of Pesticides: Revised. Adopted at the 123rd Session of the FAO Council. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2009;38 p.
11. Novoselov YuK et al. Guidelines for conducting field experiments with fodder crops. *VNII fodder them. Williams WR*. Moscow: VIK; 1983:197 p.

12. Panferova TV et al. Estimation of the application biopreparation of complex action “Agrophil” and the polyhumates of sapropel on the intensification of the physiological processes of *Allium cepa* L. growth in a magnetic hydroculture. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;3:38-44. doi: 10.28983/asj.y2021i3pp38-44
13. Pavlovskaya NE, Gneusheva IA, Ageeva NYu. Efficiency of application of biofertilizer and new biostimulator on spring barley *Hordeum vulgare* L. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021;1(88):48-55. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.1.48
14. Vorobyov VN, Nevmerzhtskaya YuYu, Khusnetdinova LZ, Yakushenkova TP. Workshop on plant physiology: manual. Kazan: Kazan University; 2013: 80 p.
15. Davletshin FM., Gil'manov RG, Safin HM, Ayupov DS. The effectiveness of the biofungicide Fitosporin-M, Zh on spring wheat with direct sowing. *Achievements of Science and Technology of the Agro-industrial Complex*. 2014;2:39-40.
16. Yakhin OI, Lubyaynov AA, Yakhin IA. Regarding the challenge of biostimulants legal and regulatory framework. *Agrochemistry*. 2020;9:87-96. doi: 10.31857/S0002188120090124
17. Baltazar M, Correia S, Guinan KJ, Sujeeth N, Bragança R, Gonçalves B. Recent advances in the molecular effects of biostimulants in plants: an overview. *Biomolecules*. 2021;11(8):1096. doi: 10.3390/biom11081096
18. Bashir K, Matsui A, Rasheed S, Seki M. Recent advances in the characterization of plant transcriptomes in response to drought, salinity, heat, and cold stress [version 1; peer review: 2 approved]. *F1000Research*. 2019; 8(F1000 Faculty Rev):658. doi: 10.12688/f1000research.18424.1
19. Calvo P, Nelson L, Kloepper JW. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014;383:3-41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
20. Caulet R-P, Gradinariu G, Iurea, D, Morariu A. Influence of furostanol glycosides treatments on strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) growth and photosynthetic characteristics under drought condition. *Scientia Horticulturae*. 2014;169:179-188. doi: 10.1016/j.scienta.2014.02.031
21. Cleland EE, Chuine I, Menzel A, Mooney HA, Schwartz MD. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*. 2007;22(7):357-365. doi: 10.1016/j.tree.2007.04.003
22. Li X, Xing M, Yang J, Huang Z. Compositional and functional features of humic acid-like fractions from vermicomposting of sewage sludge and cow dung. *Journal of Hazardous Materials*. 2011;185(1-2):740-748. doi: 10.1016/j.jhazmat.2010.09.081
23. Petropoulos SA. Practical applications of plant biostimulants in greenhouse vegetable crop production. *Agronomy*. 2020;10:1569. doi: 10.3390/agronomy10101569
24. Silva Ricardo de A, Santos JL, Oliveira LS, Soares MRS, dos Santos SMS. Biostimulants on mineral nutrition and fiber quality of cotton crop. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2016;20(12):1062-1066. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n12p1062-1066
25. Yang T, Ma S, Dai CC. Drought degree constrains the beneficial effects of a fungal endophyte on *Atractylodes lancea*. *J Appl Microbiol*. 2014;117(5):1435-1449. doi: 10.1111/jam.12615

Информация об авторах:

Нелли Сергеевна Регер, специалист-исследователь отдела технологий зерновых и кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: +7(3532)30-83-47.

Ишен Насанович Бесалиев, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом технологий зерновых и кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: +7(3532)30-83-47.

Александр Леонидович Панфилов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологий зерновых и кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: +7 (3532)30-83-47.

Information about the authors:

Nelli S Reger, Research Specialist of the Department of Grain and Forage Crops Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: +7(3532)30-83-47.

Ishen N Besaliev, Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Grain and Forage Crops Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: +7(3532)30-83-47.

Alexander L Panfilov, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Grain and Forage Crops Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: +7(3532)30-83-47.

Статья поступила в редакцию 10.01.2022; одобрена после рецензирования 07.02.2022; принята к публикации 21.03.2022.

The article was submitted 11.01.2022; approved after reviewing 07.02.2022; accepted for publication 21.03.2022.