

DOI

УДК 631.81:633.17

**ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРА БИОДУКС И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОСА****М. Ю. Гилязов, Н. В. Романов, Р. К. Тухватуллаев**

Реферат. Цель исследования – установление оптимальной дозы биостимулятора «Биодукс», содержащего комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*, для предпосевной обработки семян проса (*Panicum miliaceum*). Исследование проведено в 2019-2020 гг. в условиях Предкамья Республики Татарстан. Опытный участок расположен на светло-серой лесной почве, имеющей слабокислую реакцию ($pH_{\text{кол.}} = 5,3$), повышенное содержание подвижных форм фосфора (142-148 мг/кг) и калия (153-162 мг/кг), среднее содержание органического вещества (3,6-3,8%). Агрохимические анализы почвы были выполнены общепринятыми методами: ГОСТ 26213-91 (содержание органического вещества); ГОСТ 26207-91 (содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО); ГОСТ 26483-85 (величина рН). Действие биостимулятора на урожайность проса сорта Варяг изучалось на фоне полного минерального удобрения, рассчитанного для получения 3,0 т/га зерна ($N_{78-84}P_{69-74}K_{88-94}$). Дозы «Биодукса» для обработки семян составили 1, 3, 4 и 6 мл/т. Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы исследования складывались благоприятными для роста и развития проса. Установлено наличие тесной криволинейной корреляции между величинами прибавок урожая проса и возрастающими дозами биостимулятора. Для описания данной зависимости в течение двух лет лучше подходило полиномиальное уравнение второй степени: в обоих случаях коэффициент детерминации (R^2) прибавок урожая зерна проса от доз испытанного биостимулятора «Биодукс» составило 0,97. Наибольший рост урожайности проса обеспечила средняя (3 мл/т) доза «Биодукса», которая увеличила урожайность зерна на 14-15 % к уровню фона. Прибавки урожая зерна от минеральных удобрений превышали максимальную прибавку от биостимулятора Биодукс в 3,1-3,6 раза.

Ключевые слова: просо, светло-серая лесная почва, биостимулятор Биодукс, минеральные удобрения, предпосевная обработка семян, урожайность.

Введение. В нашей стране официальное толкование терминов «агрохимикаты», «пестициды», «регуляторы роста и развития растений» впервые было дано в Федеральном законе № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19.07.1997 г [1]. Согласно этому закону, регуляторы роста и развития растений включены в группу пестицидов: «Пестициды - химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты)». «Агрохимикаты – удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных. Данное понятие не применяется в отношении торфа, используемого для других целей». Примерно аналогичные толкования этих двух терминов (агрохимикаты, пестициды) даны последующих нормативных документах, таких как СанПиН 1.2.1077 – 01 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов», утв. Гл. Гос. Санитарным врачом РФ 31.10.2001 г., введен в действие с 01.02. 2002 г.) [2] и «Правила экологической безопасности при обращении с пестицидами и агрохимикатами (ЭНиП)», утвержденные

приказом Минэкологии Республики Татарстан от 23.12.2004 г. № 1173 [3]. В тоже время, некоторые зарубежные и отечественные авторы [4, 5] регуляторов роста и развития растений рассматривают как агрохимикаты.

Регуляторы роста и развития растений (РРРР) – уникальные вещества, которые в сверхмалых дозах контролируют ход всех биохимических процессов в организмах растений. Регуляторов роста и развития растений условно можно подразделить на стимуляторы и ингибиторы, хотя одно и то же вещество какой-то процесс может стимулировать, а другой процесс, наоборот, ингибировать, то есть подавлять, в зависимости от концентрации. Под действием стимуляторов ускоряется деление и растяжение клеток, а под действием ингибиторов эти процессы приостанавливаются. Под действием стимуляторов ускоряется деление и растяжение клеток, а под действием ингибиторов эти процессы приостанавливаются [6].

Регуляторы роста и развития растений наряду с удобрениями - мощные факторы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур во всем мире [7]. Если удобрения повышают урожайность посредством улучшения минерального питания растений, то регуляторы роста и развития растений действуют по-иному. Они не являются пищей для растений, а многократно ускоряют или, наоборот, подавляют жизненно важные процессы как катализаторы. Причем они действуют не прямо, а, как правило, через соответствующие ферменты [6, 8, 9].

Сейчас во всем мире ведутся исследования влияния регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур [10-12]. Благодаря открытию фитогормонов, которых обычно подразделяют на 8 основных групп (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, ситлатраны и фузикоцины), возникли новые направления науки и технологии возделывания сельскохозяйственных культур [13]. В зависимости от соотношения и концентрации этих веществ ускоряются или подавляются вплоть до полной остановки все процессы роста и развития растений [8].

Специалисты считают, что широкая возможность оперативного регулирования роста и развития растений с помощью чрезвычайно малыми дозами этих групп веществ делают их востребованными не меньше, чем другие агрохимикаты - средства защиты растений и удобрения [14].

В настоящее время на рынке агрохимикатов и пестицидов регуляторы роста и развития растений занимают значительную долю, и она постоянно растет. Так, если в справочнике пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2006 году был включен 41 росторегулирующий препарат, то 2018 году уже – 163 препарата [15, 16]. В ряде публикаций [17-19], весьма перспективным представляется новый биостимулятор «Биодукс», производимый в г. Казани ООО «Бионоватик», который содержит комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*. Он выпускается в жидкой форме и относится к малоопасным веществам (IV класс опасности).

Эффективность регуляторов роста и развития растений значительно колеблется в зависимости от вида растений, почвенно-климатических и агротехнических условий [20-22], в связи с чем изучение влияния нового биостимулятора «Биодукс» на посевах проса (*Panicum miliaceum*) имеет определенное научное и практическое значение.

Цель работы – оценить действие возрастающих доз биостимулятора «Биодукс», используемых для предпосевной обработки семян, на урожайность проса в условиях светло-серой лесной почвы.

Условия, материалы и методы. Семена проса (сорт Варяг) биостимулятором «Биодукс» обрабатывали вручную в день посева с разбавленными растворами в соответствии со схемой опыта. За две недели до посева семена были обработаны фунгицидом Винцит (1 л/т семян). Все приемы возделывания проса в эксперименте, из-за маленького размера делянок, были выполнены вручную, максимально приближая их к общепринятой агротехнике возделывания подопытной культуры в условиях нашей республики. Норма высева всхожих семян - 4 млн. шт./га, глубина заделки семян 4 см.

Полевой эксперимент проводился в 2019-2020 годах на территории учебного сада Института агробиотехнологий и землепользования Казанского государственного аграрного университета. Опытный участок расположен на светло-серой лесной почве, имеющей следующие агрохимические показатели: содержание органического вещества в пахотном слое 3,6-3,8 %; подвижных форм фосфора и калия соответственно 142-148 и 153-162 мг/кг. Реакция почвенной среды, оцененной по величине обменной кислотности, была слабокислой ($pH_{\text{сол.}} = 5,3$).

Следовательно, по обеспеченности подвижными формами фосфора и калия, степени кислотности почва опытного участка относилась к 4-ой группе, а по содержанию органического вещества – к среднегумусированной группе. Агрохимические анализы почвы были выполнены общепринятыми методами: ГОСТ 26213-91 (содержание органического вещества); ГОСТ 26207-91 (содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО); ГОСТ 26483-85 (величина pH).

Действие биостимулятора на урожайность проса изучали на фоне полного минерального удобрения, рассчитанного для получения 3,0 т/га зерна (300 г/м²). Дозы «Биодукса» для обработки семян составили 1, 3, 4 и 6 мл/т. Повторность опыта 4-х кратная, размещение делянок – последовательное в четыре яруса, размеры учетных делянок 0,50 м². Нормы минеральных удобрений, рассчитанные для получения запланированной урожайности, составили N₇₈₋₈₄P₆₉₋₇₄K₈₈₋₉₄.

Основные показатели метеорологических условий вегетационных периодов двух лет исследований иллюстрируются материалами рис. 1.

Тепловой режим, оцененный нами по среднемесячной температуре воздуха, в годы исследования сложился достаточно благоприятным для относительно теплолюбивой культуры проса. В 2019 г. особенно заметным было превышение среднегодовых значений температур в мае (+4,4°C) и июне (+2,4°C), а в 2020 г. – в июле (+3,2°C) и сентябре (+2,7°C). В остальные месяцы вегетационного периода температурный режим был близок к норме.

По количеству атмосферных осадков вегетационные периоды двух лет исследования несколько отличались: если в 2019 г. суммарное количество осадков было на уровне среднегодовых данных, то в 2020 г. оно оказалось в 1,3 раза выше нормы. Несмотря на это, в наиболее ответственные периоды для роста и развития поздних яровых культур (июль-август) [23, 24] в обоих годах количество атмосферных осадков было выше среднегодовых значений в 1,39-1,54 раза. Температурный режим воздуха в сентябре был близок к климатической норме, но достаточно сухим. Суммарное количество атмосферных осадков

в сентябре составило только 46-57 % к средне-многолетней норме. Всё это способствовало

ускорению созревания подопытной культуры, благоприятствовало ходу уборочных работ.

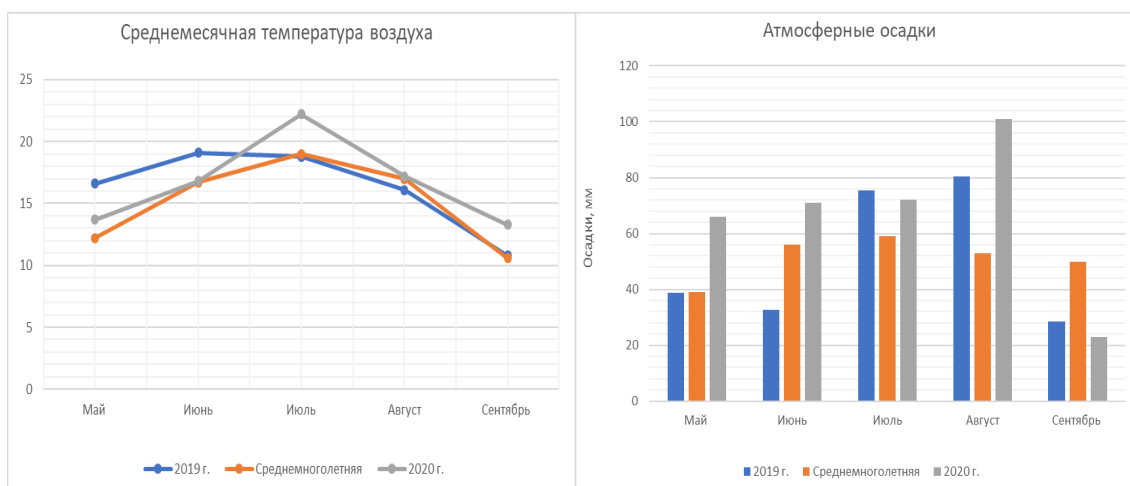


Рис. 1 - Агрометеорологические условия в годы проведения исследования

Результаты и обсуждение. По данным [25], средняя урожайность зерна проса в Российской Федерации в 2019 г. равнялась 1,25 т/га, что на 0,09 т/га больше по отношению к урожайности в предыдущем году. В нашей республике урожайность была заметно выше (1,96 т/га) всероссийского уровня, хотя отстала от показателя лидера – Тамбовской области (2,27 т/га). В условиях нашего эксперимента в 2019 г. на контрольном варианте опыта, то есть без внесения минеральных удобрений и предпосевной обработки семян биостимулятором, урожайность зерна составила 170 г/м², что в пересчете равняется 1,70 т/га (рис. 2). Урожайность проса на контрольном варианте в 2020 г. оказалась чуть ниже – 158 г/м². Но в целом, на наш взгляд, это хороший результат, обусловленный как

благоприятными погодными условиями, так и повышенным содержанием почвы опытного участка подвижными формами фосфора, калия и относительно неплохой обеспеченностью гумусом. Применение расчетных норм минеральных удобрений повысило урожайность в 1,9-2,0 раза обеспечило получение урожайности выше запланированной (315-321 г/м²). На фоне минеральных удобрений испытанные дозы «Биодукса» достоверно увеличили урожайность на 16-48 г/м² в первый год и на 9-44 г/м² во второй год исследования. Сопоставляя размеры прибавок урожая от минеральных удобрений и возрастающих доз «Биодукса», следует отметить, что прибавки урожая от удобрений (151-157 г/м²) оказались в 3,1-3,6 раза выше максимальных прибавок урожая от биостимулятора.

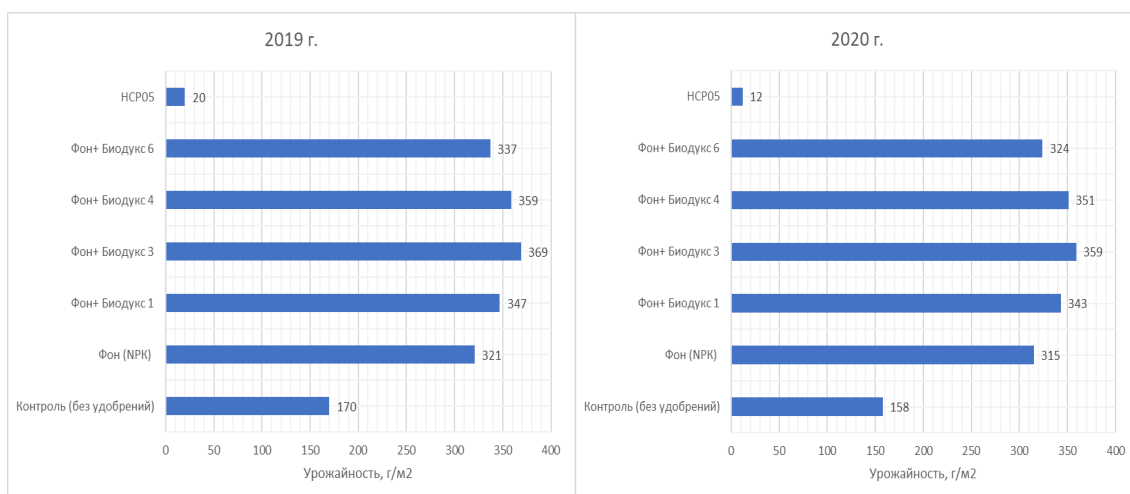


Рис. 2 - Влияние минеральных удобрений и доз Биодукса на урожайность зерна проса в условиях светло-серой лесной почвы

Графическое изображение зависимости величин прибавок урожая проса от возрастающих доз биостимулятора показало наличие криволинейной корреляции между этими переменными (рис. 3). Для описания данной

зависимости подходило полиномиальное уравнение: в обоих случаях коэффициент детерминации (R^2) прибавок урожая зерна проса составило 0,97, что указывает на наличие зависимости прибавок от доз биостимулятора.

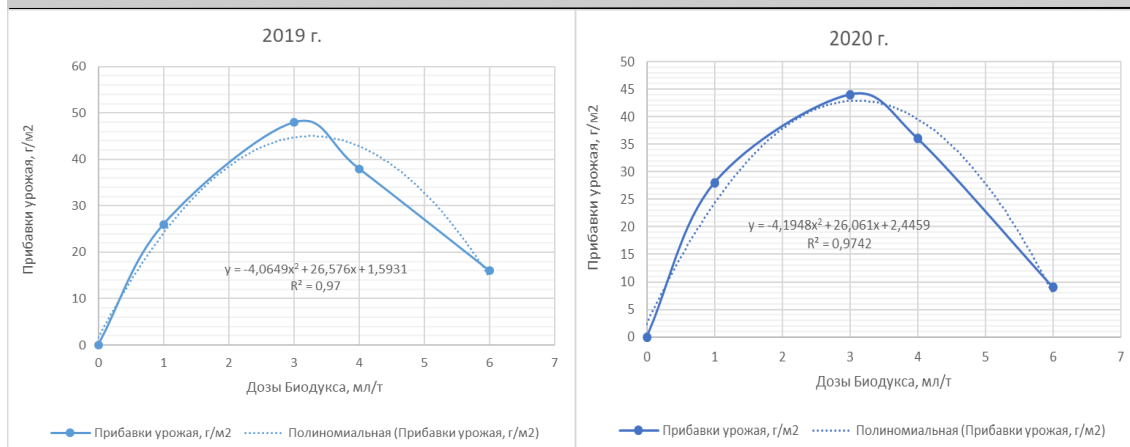


Рис. 3 - Зависимость прибавок урожая зерна проса от доз «Биодукса»

В оба года исследования максимальная прибавка урожая проса была получена от средней дозы препарата (3 мл/т), увеличение или уменьшение которой приводило к снижению урожайности. Следует отметить, что установленная нами оптимальная доза заметно выше первой дозы (1 мл/т), рекомендуемой производителем [26].

Выводы. Таким образом, в условиях светло-серой лесной почвы на величину урожайности проса наибольшее положительное влияние оказало внесение полных норм минеральных удобрений (N₇₈₋₈₄P₆₉₋₇₄K₈₈₋₉₄),

установленных расчетно-балансовым методом. Прибавки урожая зерна от минеральных удобрений превышали максимальную прибавку от биостимулятора «Биодукс» в 3,1-3,6 раза. В условиях эксперимента из четырёх испытанных доз «Биодукса» наибольший рост урожайности проса обеспечила средняя – 3 мл/т, которая оказалась заметно выше рекомендуемой производителем. На фоне минеральных удобрений предпосевная обработка семян проса оптимальной дозой биостимулятора «Биодукс» увеличила урожайность зерна на 44-48 г/м² или 14-15% к уровню фона.

Литература

1. Федеральный закон № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19.07.1997 г.
2. СанПиН 1.2.1077-01 «Гигиенические требования к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов», утв. Гл. Гос. Санитарным врачом РФ 31.10.2001 г., введен в действие с 01.02.2002 г.
3. Правила экологической безопасности при обращении с пестицидами и агрохимикатами (ЭНиП), утвержденные приказом Минэкологии Республики Татарстан от 23.12.2004 г. № 1173.
4. Агроэкология. Под ред. В.А. Черникова и др. М.: Колос, 2000. 536 с.
5. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор) / Л.В. Чумикина, Л.И. Арабова, В.В. Колпакова, А.Ф. Топтунов // Химия растительного сырья. 2021. № 4. С.3-30.
6. Барабаш И. П. Фитогормоны, регуляторы роста растений (классификация, теория, практика): монография. Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2009. 384 с.
7. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // В сборнике: глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 133-140.
8. Шаповал О. А. Роль регуляторов роста в повышении зимо- и морозостойкости озимой пшеницы // Главный агроном. 2005. № 10. С. 38–41.
9. Карпова Г. А., Теплицкая Д. Г. Влияние регуляторов роста на формообразовательные, ростовые и физиологические процессы в онтогенезе растений пшеницы и ячменя // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2019. № 4 (28). С. 16–25. DOI 10.21685/2307-9150-2019-4-2.
10. Over expression of DWA RF4 in the brassinosteroid biosynthetic pathway results in increased vegetative growth and seed yield in Arabidopsis / S. Choe, S. Fujioka, T. Nogucgi, S. Takatuto, S. Yoshido, K. Feldmann // Plant J. 2001. V. 26. P. 573–582.
11. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16-20.
12. Influence of zircon, mineral fertilizers on spring wheat yield in gray forest soils of the Republic of Tatarstan / M.F. Amirov, I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov, M. Yu. Gilyazov, H.Z. Karimov // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341(2019) 012025 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012025.
13. Малеванная М. М. Регуляторы роста растений на природной основе с использованием последних достижений российской науки // Главный агроном. 2005. № 12. С. 23–27.
14. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О.А. Шаповал и др. М., ВНИИА, 2009. 60 с.
15. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2006 г. Справочное издание. М., 2006. 320 с.
16. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2006 г. Справочное издание. М., 2006. 320 с.

Федерации. 2018 г. Справочное издание. М.: Изд-во «Агрорус», 2018. 854 с.

17. Пожарский В. Г. Новый регулятор роста растений Биодукс // Защита и карантин растений. 2014. № 9. С. 48.

18. Пожарский В. Г. Многоцелевой регулятор роста // Защита и карантин растений. 2015. № 8. С. 38.

19. Пожарский В. Г., Боканча И. Н. Биодукс: урожайность на все сто! // Защита и карантин растений. 2016. № 5. С. 34-36.

20. Франк Р. И., Кищенко В. И. Биопрепараты в современном земледелии // Защита и карантин растений. 2008. № 4. С. 30.

21. Садовой А. С. Влияние регуляторов роста растений на структуру урожая проса в современных условиях изменения климата // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 5. С.54-59.

22. Вафин И. Х., Сафин Р. И. Оценка эффективности применения физиологически активных веществ и удобрений на озимой пшенице // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. №2. С. 19-23.

23. Гилязов М. Ю., Лукманов А. А., Мурагов М. Р. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. 220 с.

24. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Демакина И. И. Пространственно-временные особенности формирования засух в условиях меняющегося климата Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16. Вып. 4. С. 201–205. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-201-205.

25. Просо: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/proso-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (Дата обращения 15.02.2022).

26. Регламент применения препарата Биодукс. Ж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/bioduks-j-2.html>. Дата обращения 06.05.2022

Сведения об авторах:

Гилязов Миннегали Юсупович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: mingilyazov@yandex.ru

Романов Никита Владимирович – аспирант, e-mail: romancik_nikita@mail.ru

Тухватуллаев Ринат Камилович – бакалавр

Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

INFLUENCE OF THE BIO-STIMULATOR BIODUX AND MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF MILLETS

M. Yu. Gilyazov, N. V. Romanov, R. K. Tukhvatullaev

Abstract. The aim of the study was to determine the optimal dose of the «Biodux» biostimulator, containing a complex of biologically active polyunsaturated fatty acids of the fungus *Mortierella alpine*, for presowing treatment of millet (*Panicum miliaceum*) seeds. The study was conducted in 2019-2020. in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan. The experimental plot is located on light gray forest soil, which has a slightly acidic reaction ($pH_{\text{sat}} = 5.3$), an increased content of mobile forms of phosphorus (142-148 mg/kg) and potassium (153-162 mg/kg), the average content of organic matter (3.6-3.8%). Agrochemical analyzes of the soil were performed by generally accepted methods: GOST 26213-91 (organic matter content); GOST 26207-91 (content of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the Kirsanov method in the modification of TsINAO); GOST 26483-85 (pH value). The effect of the biostimulator on the yield of millet variety Varyag was studied against the background of a complete mineral fertilizer, calculated to obtain 3.0 t/ha of grain ($N_{78-84}P_{69-74}K_{88-94}$). The doses of «Biodux» for seed treatment were 1, 3, 4 and 6 ml/t. The agrometeorological conditions of the vegetation periods during the years of the study were favorable for the growth and development of millet. The presence of a close curvilinear correlation between the increments of the millet yield and increasing doses of the biostimulant was established. For the description of this dependence for two years, a polynomial equation of the second degree was better suited: in both cases, the coefficient of determination (R^2) of the increase in millet grain yield from the doses of the tested biostimulant «Biodux» was 0.97. The greatest increase in the yield of millet was provided by the average (3 ml/t) dose of «Biodux», which increased the yield of grain by 14-15% compared to the background level. Increases in grain yield from mineral fertilizers exceeded the maximum increase from the «Biodux» biostimulator by 3.1-3.6 times.

Key words: millet, light gray forest soil, «Biodux» biostimulator, mineral fertilizers, pre-sowing seed treatment, yield.

References

1. Federal Law No. 109-FZ "On the Safe Handling of Pesticides and Agrochemicals" dated July 19, 1997
2. SanPiN 1.2.1077-01 "Hygienic requirements for the storage, use and transportation of pesticides and agrochemicals", approved. Ch. State. Sanitary doctor of the Russian Federation on October 31, 2001, entered into force on February 1. 2002
3. Environmental safety rules for handling pesticides and agrochemicals (ENiP), approved by order of the Ministry of Ecology of the Republic of Tatarstan dated December 23, 2004 No. 1173.
4. Agroecology. Ed. V.A. Chernikova and others. Moscow: Kolos, 2000. 536 p.
5. Phytohormones and abiotic stresses (review) / L.V. Chumikina, L.I. Arabova, V.V. Kolpakova, A.F. Toptunov // Chemistry of plant raw materials. 2021. No. 4. P.3-30.
6. Barabash IP Phytohormones, plant growth regulators (classification, theory, practice): monograph. Stavropol: LLC Bureau of News, 2009. 384 p.
7. Gilyazov M. Yu. The role of fertilizers in improving the sustainability of crop production // In the collection: global challenges for food security: risks and opportunities. Scientific works of the international scientific-practical conference. Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021, pp. 133-140.
8. Shapoval O. A. The role of growth regulators in improving the winter wheat winter and frost resistance // Chief agronomist. 2005. No. 10. S. 38–41.
9. Karpova G. A., Teplitskaya D. G. Influence of growth regulators on shaping, growth and physiological processes in ontogeny of wheat and barley plants. Volga region. Natural Sciences. 2019. No. 4 (28). pp. 16–25. DOI 10.21685/2307-9150-2019-4-2.
10. Over expression of DWA RF4 in the brassinosteroid biosynthetic pathway results in increased vegetative growth and seed yield in Arabidopsis / S. Choe, S. Fujioka, T. Nogucgi, S. Takatuto, S. Yoshido, K. Feldmann // Plant J 2001. V.

26. P. 573–582.

11. Shapoval O. A., Mozharova I. P., Korshunov A. A. Plant growth regulators in agricultural technologies // Plant Protection and Quarantine. 2014. No. 6. S. 16-20.

12. Influence of zircon, mineral fertilizers on spring wheat yield in gray forest soils of the Republic of Tatarstan / M.F. Amirov, I.M. Serzhanov, F. Sh. Shaikhutdinov, M. Yu. Gilyazov, H.Z. Karimov // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341(2019) 012025 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012025.

13. Malevannaya M. M. Plant growth regulators on a natural basis using the latest achievements of Russian science // Chief agronomist. 2005. No. 12. S. 23–27.

14. Plant growth regulators in agricultural practice / O.A. Shapoval et al. M., VNIIA, 2009. 60 p.

15. Directory of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2006 Reference edition. M., 2006. 320 p.

16. Directory of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2018 Reference edition. M.: Publishing house "Agrorus", 2018. 854 p.

17. Pozharsky VG New plant growth regulator Biodux // Plant Protection and Quarantine. 2014. No. 9. P. 48.

18. Pozharsky V. G. Multipurpose growth regulator // Plant Protection and Quarantine. 2015. No. 8. P. 38.

19. Pozharsky V. G., Bokancha I. N. Biodux: productivity for one hundred percent! // Protection and quarantine of plants. 2016. No. 5. S. 34-36.

20. Frank R. I., Kishchenko V. I. Biological products in modern agriculture // Protection and quarantine of plants. 2008. No. 4. P. 30.

21. Sadovoy AS Influence of plant growth regulators on the structure of millet yield under modern conditions of climate change // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2012. No. 5. P.54-59.

22. Vafin I. Kh., Safin R. I. Evaluation of the effectiveness of the use of physiologically active substances and fertilizers on winter wheat // Agrobiotechnologies and digital agriculture. 2022. №2. pp. 19-23.

23. Gilyazov M. Yu., Lukmanov A. A., Muratov M. R. Long-term use of fertilizers and arable land productivity. Kazan: Kazan University Press, 2016. 220 p.

24. G. F. Ivanova, N. G. Levitskaya, and I. I. Demakina, "Spatio-temporal features of drought formation under conditions of a changing climate in the Saratov region," Izv. Sarat. university New ser. Ser. Earth Sciences. 2016. Vol. 16. Issue. 4. S. 201–205. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-4-201-205.

25. Millet: areas, harvests and yields in 2001-2019 [Electronic resource]: - Access mode: <https://ab-centre.ru/news/proso-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (Accessed 15.02.2022).

26. Regulations for the use of the drug Biodux. Zh [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/bioduks-j-2.html>. Retrieved 06.05.2022

Authors:

Gilyazov Minnegali Yusupovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: mingilyazov@yandex.ru

Romanov Nikita Vladimirovich – post-graduate student, e-mail: Romancik_nikita@mail.ru

Tukhvatullaev Rinat Kamilovich – bachelor

Kazan State Agrarian University. Kazan, Russia.