

Научная статья

УДК 631.82:631.559:633.11

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_1_101

Влияние применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы

Галина Владимировна Сайдяшева^{1✉}, Ксения Геннадиевна Зайцева²^{1, 2}Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН

«Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук»,

Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия

¹Galina_83@list.ru.

Аннотация. Представлены результаты изучения интенсивности микробиологических процессов в почве под воздействием разных видов удобрений и биопрепарата БисолбиФит (биопрепарат на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13). Полевые опыты проводились на яровой пшенице в Ульяновской области на черноземной выщелоченной тяжелосуглинистой почве. Схема опыта включала 5 вариантов: 1 – контроль; 2 – БисолбиФит – инокуляция семян перед посевом; 3 – азофоска (NPK) в дозе 15 кг д. в.; 4 – азофоска (NPKm), обработанная биопрепаратом в дозе 15 кг д. в.; 5 – азофоска (½NPKm), обработанная биопрепаратом в дозе 7,5 кг д. в. Наблюдения велись в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень – овес. Целлюлозоразлагающую активность почвы определяли методом «аппликаций». Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что изучаемый вид минерального удобрения и микробиологический препарат оказали положительное влияние на биологическую активность почвы. Использование сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит позволило повысить биологическую активность почвы на 2,9–10,2% в сравнении с контрольным вариантом. Установлена сильная корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от биологической активности почвы (2014–2016 гг., $r = 0,85$). В среднем за 2014–2016 гг. максимальное разложение льняной ткани (32,7%) было отмечено при применении азофоски, модифицированной биологическим препаратом БисолбиФит на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 из расчета 4 кг на одну тонну удобрений. На данном варианте была получена наибольшая урожайность яровой пшеницы – 3,17 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 18,3%.

Ключевые слова: пшеница яровая, минеральные удобрения, биоминеральные удобрения, биологическая активность почвы, биопрепарат БисолбиФит, азофоска, урожайность

Для цитирования: Сайдяшева Г.В., Зайцева К.Г. Влияние применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 101–107. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_101-107.

AGRICULTURAL CHEMISTRY (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Effect of mineral and biomineral fertilizers and BisolbiFit biological preparation on the biological activity of soil and spring wheat yield

Galina V. Saidyasheva^{1✉}, Kseniya G. Zaitseva²^{1, 2}Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of Federal State Budgetary Institution of Science

Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Oblast,

pos. Timiryazevskiy, Russia

¹Galina_83@list.ru✉

Abstract. The authors present the results of studying the intensity of microbiological processes in the soil under the effect of different types of fertilizers and BisolbiFit biological preparation (a biological product based on *Bacillus subtilis* Ch-13 strain). Field experiments were carried out on spring wheat in Ulyanovsk Oblast on leached heavy loamy chernozem soil. The experimental design included 5 variants, i.e. 1 for control; 2 for BisolbiFit (seed inoculation before sowing); 3 for azophoska (NPK) at the dose of 15 kg a.i.; 4 for azophoska (NPKm) treated with the biological preparation at the dose of 15 kg of a.i.; and 5 for azophoska (½NPKm) treated with the biological preparation at the dose of 7.5 kg a.i. The observations were carried out in grain-fallow crop rotation with the following alternation of crops: clean fallow – winter wheat – spring wheat – barley – oats. The cellulose-decomposing activity of soil was determined by the method of application. The results of the conducted studies (average over 3 years) indicate that the studied type of mineral fertilizer and microbiological preparation had a positive effect on the biological activity of the soil. The use of a complex mineral fertilizer and BisolbiFit biopreparation allowed increasing the biological activity of the soil by 2.9-10.2% compared to control. The authors have established a strong correlation between the yield of spring wheat and the biological activity of the soil (2014-2016, $r = 0.85$). The average maximum

decomposition of linen fabric (32.7%) over 2014-2016 was observed when using azophoska modified with BisolbiFit biological preparation based on *Bacillus subtilis* Ch-13 strain at the rate of 4 kg per 1 ton of fertilizer. In this variant the highest yield of spring wheat was obtained (3.17 t/ha), and the increase to the control variant was 18.3%.

Key words: spring wheat, mineral fertilizers, biomineral fertilizers, biological activity of soil, BisolbiFit biological preparation, azophoska, yield

For citation: Saidyasheva G.V., Zaitseva K.G. Effect of mineral and biomineral fertilizers and BisolbiFit biological preparation on the biological activity of soil and spring wheat yield. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):101-107. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_101-107.

Введение
Непосредственное влияние на формирование урожая оказывает так называемое эффективное плодородие почвы, которое определяется активностью протекающих в почве биологических процессов, то есть зависит от жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [1, 4, 9].

Разные агротехнические приемы воздействия на почву в той или иной степени влияют и на ее микробное заселение, поэтому при их разработке необходимо учитывать характер этого влияния [2, 6, 10]. В результате сравнения агроприемов выявляют те из них, которые в наибольшей степени активизируют полезную микробиологическую деятельность.

Цель проведенных исследований заключалась в оценке влияния сложного минерального удобрения и микробиологического препарата БисолбиФит на биологическую активность почвы (в слое 0–30 см) и урожайность яровой пшеницы.

Методика эксперимента

Влияние азофоски и биопрепарата на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 изучалось в 2014–2016 гг. в многолетнем стационарном опыте на экспериментальном участке Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (Ульяновская область, пос. Тимирязевский) в пятипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень – овес.

Анализ целлюлозоразлагающей активности в почве проводили на пяти вариантах опыта (схема опыта):

- 1) контроль;
- 2) БисолбиФит (биопрепарат на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13) – инокуляция семян перед посевом;
- 3) азофоска (NPK) в дозе 15 кг д. в.;
- 4) азофоска (NPKм), обработанная биопрепаратом в дозе 15 кг д. в.;
- 5) азофоска (½NPKм), обработанная биопрепаратом в дозе 7,5 кг д. в.

Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь одной делянки – 145 м² (5,8 × 25), учетной – 100 м² (4 × 25).

Целлюлозоразлагающую активность почвы определяли методом «аппликаций». Льняные полотна размером 10×10 см взвешивали и нитками в нескольких местах пришивали к полоске полиэтиленовой пленки размером 30×10 см. На делянках опыта делали прикопку, к каждой ровной вертикальной стенке прижимали ткань и засыпали с другой стороны почвой, уплотняя ее до исходного состояния. Время закладки аппликаций – сразу после посева, выкопка проводилась после уборки изучаемой культуры. Ткань осторожно извлекалась из почвы, подсушивалась и взвешивалась. По разнице веса до и после определяли убыль сухой ткани и выражали ее в процентах.

Инокуляцию семян проводили изучаемым биопрепаратом из расчета 400–600 г/т семян за 1–2 дня до посева полусухим способом. Биомодифицированные удобрения применялись в день посева яровой пшеницы, для их приготовления использовался биопрепарат БисолбиФит с нормой 4 кг на 1 тонну удобрений. БисолбиФит – микро-

биологический препарат (основа данного препарата – штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13), предназначенный для снижения химической нагрузки и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур [5, 7]. Уборку семян проводили в фазе полной спелости и пересчитывали на 14% влажность и 100% чистоту.

Урожайные данные обрабатывались дисперсионным методом.

Результаты и их обсуждение

Сельское хозяйство, в отличие от других сфер деятельности, зависит от природно-климатических факторов, которые оказывают огромное влияние на размещение производства, его отраслевую структуру, на применяемые технологии возделывания пашни и выращивания сельскохозяйственных культур [3, 8].

Погодные условия в годы проведения исследований в весенне-летний период имели некоторые различия. За вегетационные периоды 2014–2016 гг. ГТК колебался от 0,6 до 0,8. В 2014 г. наблюдался повышенный температурный режим и дефицит осадков – 185 мм при норме 307 мм, ГТК – 0,6 при норме 1,0. За вегетационный период 2015 г. ГТК составил 0,7, количество выпавших осадков 256,3 мм (рис. 1).

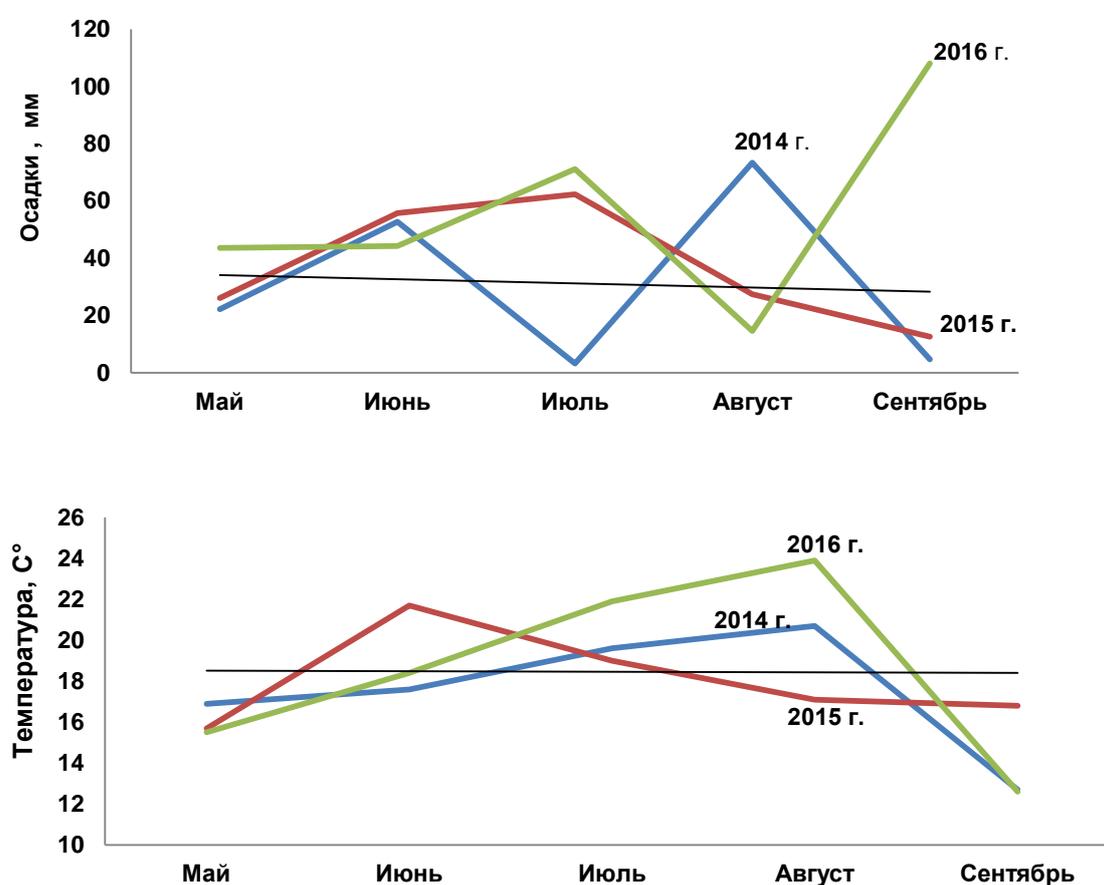


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационных периодов 2014–2016 гг.

Благодаря смещению засушливой погоды на август в 2016 г. складывались наиболее благоприятные условия для роста и развития яровой пшеницы. Количество выпавших осадков за апрель – сентябрь составило 319,2 мм при ГТК – 0,8.

Проведенные исследования показали, что на разложение льняного полотна повлияли не только метеорологические условия вегетационного периода, но и применяемые в опыте удобрения (азофоска, микробиологический препарат БисолбиФит) (табл. 1).

Таблица 1. Разложение льняного полотна в слое 0–30 см при применении сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит, %

Вариант – фактор В	Годы проведения исследований (фактор А)			В среднем по фактору В
	2014	2015	2016	
Контроль	12,4	17,0	38,0	22,5
БисолбиФит	15,8	23,5	43,5	27,6
N15P15K15	14,8	20,6	40,7	25,4
N15P15K15м	20,8	29,6	47,7	32,7
½N15P15K15м	18,5	26,3	44,9	29,9
Среднее по фактору А	16,5	23,4	43,0	
НСР ₀₅ А – 1,3				НСР ₀₅ В – 1,7

Из-за повышенного температурного режима и дефицита осадков в течение всего вегетационного периода 2014 года по фактору А наблюдалось самое низкое разложение льняной ткани, которое варьировало от 12,4 до 20,8%.

В 2015 г. погодные условия вегетационного периода способствовали усилению микробиологической активности: процесс разложения льняной ткани ускорялся с 17,0 до 26,3%. В наиболее благоприятном по температуре и влажности 2016 г. биологическая активность почвы повышалась с 38,0 до 47,7%.

В среднем по фактору А максимальное разложение льнополотна в слое 0–30 см было отмечено в 2016 г., когда этот показатель в среднем по опыту составил 43,0%, что на 19,6–26,5% выше по сравнению с двумя предыдущими годами.

По фактору В во все годы проведения исследований наименьшее разложение льняной ткани в слое 0–30 см наблюдалось на контрольном варианте – соответственно 12,4, 17,0 и 38,0%.

Инокуляция семян яровой пшеницы микробиологическим препаратом на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 из расчета 400–600 г/т семян ускорила разложение льнополотна по сравнению с контрольным вариантом на 3,4–6,5%, и в среднем за 2014–2016 гг. этот показатель находился на уровне 27,6%. На варианте внесения азофоски в чистом виде в дозе 15 кг д. в. разложение льнополотна было незначительно ниже – 25,4%.

Модификация азофоски в дозе 15 кг д. в. биопрепаратом БисолбиФит способствовала максимальному разложению льнополотна. В среднем за 3 года льняное полотно разложилось на 32,7%, что превысило контрольный вариант на 10,2%.

На варианте применения азофоски, модифицированной микробиологическим препаратом в дозе 7,5 кг д. в., биологическая активность почвы достигала 29,9%.

Внесение изучаемых удобрений оказывало положительное влияние на урожай яровой пшеницы. Урожайность в исследуемых вариантах опыта колебалась в среднем за 3 года в интервале от 2,68 до 3,17 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 12,3–18,3% (табл. 2).

Таблица 2. Влияние сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант – фактор В	Годы проведения исследований (фактор А)			В среднем по фактору В	Отклонение от контроля	
	2014	2015	2016		+/-	%
Контроль	2,69	2,54	2,81	2,68	-	-
БисолбиФит	2,99	2,90	3,14	3,01	0,33	12,3
N15P15K15	3,07	2,85	3,20	3,04	0,36	13,4
N15P15K15м	3,22	2,99	3,30	3,17	0,49	18,3
½N15P15K15м	3,10	3,01	3,10	3,07	0,39	14,6
Среднее по фактору А	3,02	2,86	3,05			
НСР ₀₅ А – 0,08				НСР ₀₅ В – 0,10		

Без внесения удобрений урожайность достигала 2,68 т/га. Наибольшую продуктивность посевов яровой пшеницы отмечали на варианте внесения модифицированной азофоски в дозе 15 кг д. в. – 3,17 т/га.

Существенное влияние на величину урожая оказывают погодные условия. По фактору А максимальная урожайность яровой пшеницы сформировалась на уровне 2,81–3,30 т/га в 2016 г., в среднем по опыту находилась на уровне 3,05 т/га.

По фактору В наблюдался прирост урожайности. В зависимости от вида и доз удобрений урожай зерна увеличивался на 12,3–18,3%. Максимальная урожайность была достигнута на варианте внесения при посеве биомодифицированной азофоски в дозе 15 кг д. в. и составила 3,17 т/га (превышение контрольного варианта на 18,3%).

На основании корреляционного анализа установлена положительная связь между урожайностью и биологической активностью почвы, коэффициент которой составил соответственно $r = 0,88$, $r = 0,89$, $r = 0,79$ (рис. 2).

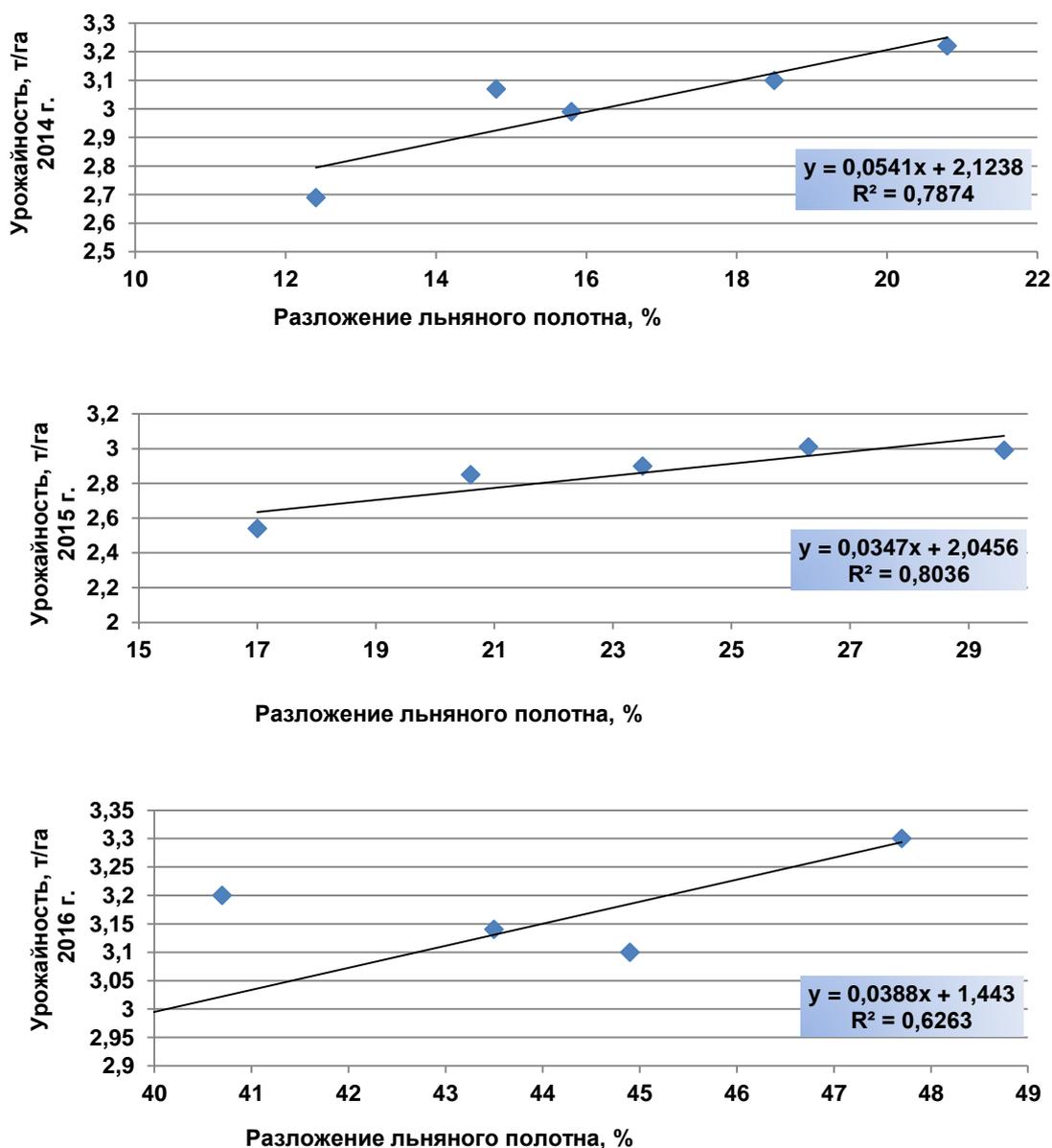


Рис. 2. Зависимость урожайности от биологической активности почвы, 2014–2016 гг.

Выводы

Использование сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит позволило повысить биологическую активность почвы на 2,9–10,2% в сравнении с контрольным вариантом.

Установлена сильная корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от биологической активности почвы: $r = 0,85$ (в среднем за 2014–2016 гг.).

В среднем за 2014–2016 гг. максимальное разложение льняной ткани (32,7%) было отмечено при применении азофоски, модифицированной биологическим препаратом БисолбиФит на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, из расчета 4 кг на одну тонну удобрений. На данном варианте была получена максимальная урожайность яровой пшеницы – 3,17 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 18,3%.

Список источников

1. Бережная В.В., Клыков А.Г., Сидоренко М.Л. и др. Использование штаммов микроорганизмов для повышения урожайности яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 3–6. DOI: 10.31857/s2500262720060010.
2. Зайцева К.Г., Сайдышева Г.В. Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата на урожайность яровой пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3(35). С. 30–33.
3. Лапа В.В., Босак В.Н., Ивахненко Н.Н. Роль погодных условий в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур // Изменение климата и использование климатических ресурсов. Минск: Белгородский государственный университет, 2001. С. 147–154.
4. Лукин С.М., Марчук Е.В. Влияние биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на урожайность сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 18–21.
5. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы // Рынок АПК. 2009. № 7. С. 16–18.
6. Подсевалов М.И., Тойгильдин А.А., Аюпов Д.Э. Влияние агроприемов на биологическую активность почвы и урожайность озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1(37). С. 44–50. DOI: 10.182861/1816-4501-2017-1-44-50.
7. Титова В.И., Дабахова Е.В., Сметов Д.Б. Изучение микробиологических препаратов и ростстимулирующих препаратов на кормовых культурах // Агротехнический вестник. 2011. № 2. С. 31–33.
8. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1985. 143 с.
9. Чевердин А.Ю., Чевердин Ю.А., Турусов В.И. Влияние биопрепаратов на основе ассоциативных бактерий на микробиологическую активность чернозема сегрегационного // Агротехника. 2019. № 12. С. 22–31. DOI: 10/1134/50002188/19120032.
10. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Saidyasheva G.V., et al. The effectiveness of mineral and modified fertilizers when growing *Avena sativa*. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10, no. 4. Pp. 128–131.

References

1. Berezhnaya V.V., Klykov A.G., Sidorenko M.L., et al. Ispol'zovanie shtammov mikroorganizmov dlya povysheniya urozhajnosti yarovoj myagkoj pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) [Use of microbial strains to increase the yield of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Rossiyskaya sel'skokhozyajstvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*. 2020;6:3-6. DOI: 10.31857/s2500262720060010. (In Russ.).
2. Zaitseva K.G., Saidyasheva G.V. Vliyanie mineral'nykh, biomineral'nykh udobrenij i biopreparata na urozhajnost' yarovoj pshenitsy [Influence of mineral, biomineral fertilizers and biopreparations on the yield and quality of spring wheat grain]. *Vestnik Kurganskoj GSKHA = Vestnik of Kurgan State Agricultural Academy*. 2020;3(35):30-33. (In Russ.).
3. Lapa V.V., Bosak V.N., Ivahnenko N.N. Rol' pogodnykh uslovij v formirovanii produktivnosti sel'skokhozyajstvennykh kul'tur [The role of weather conditions in the formation of crop productivity]. Glava v knige "Izmenenie klimata i ispol'zovanie klimaticheskikh resursov" [Book Chapter "Climate change and use of climate resources"]. Minsk: Belgorod State University Press; 2001:147-154. (In Russ.).
4. Lukin S.M., Marchuk E.V. Vliyanie biopreparatov asociativnykh azotofiksiruyushchikh mikroorganizmov na urozhajnost' sel'skokhozyajstvennykh kul'tur [Influence of biological preparations of associative nitrogen-fixing microorganisms on productivity of agricultural crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievement of Science and Technology of AIC*. 2011;8:18-21. (In Russ.).
5. Petrov V.B., Chebotar' V.K. Mikrobiologicheskie preparaty v prakticheskom rastenievodstve Rossii: funktsii, effektivnost', perspektivy [Microbiological preparations in practical plant growing in Russia: functions, efficiency, prospects]. *Rynok APK = Market of AIC*. 2009;7:16-18. (In Russ.).
6. Podsevalov M.I., Toigil'din A.A., Ayupov D.E. Vliyanie agropriemov na biologicheskuyu aktivnost' pochvy i urozhajnost' ozimnoj pshenitsy v sevooborotakh leso-stepi Zavolzh'ya [The influence of agricultural practices on the biological activity of the soil and the yield of winter wheat crop rotations in the forest steppe of Zavolzhie region]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017;1(37):44-50. DOI: 10.182861/1816-4501-2017-1-44-50. (In Russ.).
7. Titova V.I., Dabakhova E.V., Smetov D.B. Izuchenie mikrobiologicheskikh preparatov i rostimuliruyushchikh preparatov na kormovykh kul'turakh [Study of microbiological and growth-stimulating preparations for forage crops cultivation]. *Agrokhimicheskij vestnik = Agrochemical Herald*. 2011;2:31-33. (In Russ.).
8. Fedoseev A.P. Pogoda i effektivnost' udobrenij [Weather and efficiency of fertilizers]. Leningrad: Gidrometeoizdat Press; 1985. 143 p.
9. Cheverdin A.Yu., Cheverdin Yu.A., Turusov V.I. Vliyanie biopreparatov na osnove asociativnykh bakterij na mikrobiologicheskuyu aktivnost' chernozema segregatsionnogo [Effect of associative biologics on the microbiological activity of the segregation chernozem]. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*. 2019;12:22-31. DOI: 10/1134/50002188/19120032. (In Russ.).
10. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Saidyasheva G.V., et al. The effectiveness of mineral and modified fertilizers when growing *Avena sativa*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019;10(4):128-131.

Информация об авторах

Г.В. Сайдяшева – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела технологий и возделывания сельскохозяйственных культур, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия, Galina_83@list.ru.

К.Г. Зайцева – младший научный сотрудник отдела технологий и возделывания сельскохозяйственных культур, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия, kseniazajceva393@gmail.com.

Information about the authors

G.V. Saidyasheva, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, the Dept. of Technologies and Cultivation of Agricultural Crops, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Oblast, pos. Timiryazevskiy, Russia, Galina_83@list.ru.

K.G. Zaitseva, Junior Researcher, the Dept. of Technologies and Cultivation of Agricultural Crops, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Oblast, pos. Timiryazevskiy, Russia, kseniazajceva393@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 15.11.2021; одобрена после рецензирования 25.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 15.11.2021; approved after revision 25.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Сайдяшева Г.В., Зайцева К.Г., 2022