

I.E. Pamirskiy, V.A. Mezentshev // Dostizheniya i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Sibiri / Sbornik regionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 55-letiyu Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kormov SFNTSA RAN. p. Krasnoobsk, 28-29 aprelya 2025. S. 61-64.

4. Anikina A.Yu., Basalaeva I.V., Bushkovskaya L.M., Bykova O.L., Gryaznov M.Yu. Lekarstvennye i efiromaslenichnye kultury: osobennosti vozde-lyvaniya na territorii Rossiyskoy Federatsii: mono-grafiya. Moskva, 2021. 248 s.

5. Andreeva O.T. Produktivnost malorasprostranennykh selskokhozyaystvennykh kultur v zavisimosti ot srokov poseva v usloviyakh Zabaykalya / O.T. Andreeva // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. 2024. No. 5. S. 37-48. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-5-3>.

6. Saveleva L.N. Vliyanie fitobioticheskikh preparatov na morfokhimicheskie pokazateli krovi telyat pri dispepsii / L.N. Saveleva, M.L. Bond-

archuk // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. 2022. T. 52. No. 5. S. 98-104.

7. Maksimova Kh.I. Bioenergeticheskiy analiz amaranta metelchatogo v usloviyakh Tsentralnoy Yakutii / Kh.I. Maksimova // Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal. 2020. T. 63. No. 4. S. 58-61.

8. Nikitenko G.F. Opytnoe delo v polevodstve. Moskva: Rosselkhozizdat, 1982. 190 s.

9. Dospekhov. B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki issledovaniy): uchebnyk dlya studentov vysshikh selskokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy po agromicheskim spetsialnostyam / B.A. Dospekhov. – 6-e izd., ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. – Moskva: Alyans, 2011. – 351 s.

10. GOST 34221-2017 Semena lekarstvennykh i aromaticeskikh kultur. Sortovye i posevnye kachestva. Tekhnicheskie usloviya. Moskva: Standartinform, 2017. 23 s.



УДК 631.81

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-253-11-37-44

А.М. Арыкова, С.И. Завалишин

A.M. Arykova, S.I. Zavalishin

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА «БИСОЛБИСАН, Ж» КАК ЭЛЕМЕНТА БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

FEATURES OF THE EFFECT OF THE BISOLBISAN, ZH (LIQUID) PRODUCT AS AN ELEMENT OF AGRICULTURE BIOLOGIZATION ON SOIL AGROCHEMICAL PROPERTIES AND SPRING WHEAT PRODUCTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE TEMPERATELY ARID FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: биологизация земледелия, яровая пшеница, азот нитратный, азот аммонийный, фосфор подвижный, калий обменный, биопрепарат, *Bacillus subtilis*, урожайность, чернозем выщелоченный, клейковина, масса 1000 семян.

Keywords: agriculture biologization, spring wheat, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, biological product, *Bacillus subtilis*, yielding capacity, leached chernozem, gluten, thousand-seed weight.

Исследование направлено на изучение влияния приемов биологизации земледелия на агрохимические свойства почв и продуктивность яровой пшеницы сорта Бурн в условиях умеренно засушливой колочной степи. Полевые эксперименты проводили в 2023 и 2024 гг. на черноземе выщелоченном учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ. Схема опыта включала 5 вариантов, представляющих комбинации применения микробиологического препарата «БисолбиСан, Ж» на фоне отказа от минеральных удобрений. Контролем служил элемент интенсивной технологии. Вегетационный период 2023 г. характеризовался дефицитом осадков и повышенной температурой, тогда как 2024 г. был исключительно влажным и теплым. Содержание подвижных элементов питания (N-NO_3 , N-NH_4 , P_2O_5 , K_2O) определяли в фазы всходов, кущения и полной спелости. Установлено, что в засушливых условиях 2023 г. комплексное применение биопрепарата обеспечило урожайность 2,30 т/га, что превысило результат интенсивной технологии (2,11 т/га). В условиях избыточного увлажнения 2024 г. максимальная урожайность среди биологизированных вариантов 1,55 т/га достигнута при предпосевной обработке семян. Динамика элементов питания показала, что эти варианты характеризовались повышенным содержанием нитратного азота в критическую фазу кущения. Выявлена положительная связь между урожайностью и содержанием нитратного азота в фазу кущения ($r = 0,81$ в 2024 г.). Результаты опыта свидетельствуют, что использование препарата как приема биологизации улучшает азотное питание яровой пшеницы. Применение биопрепарата «БисолбиСан, Ж» является адаптивной стратегией для роста урожайности яровой пшеницы в условиях гидротермического стресса.

The research goal is to investigate the impact of agriculture biologization practices on soil agrochemical properties and productivity of the Buran spring wheat variety in temperately arid forest-outlier steppe. The field experiments were conducted in 2023 and 2024 on leached chernozem at the Altai State Agricultural University's experimental agricultural station. The experimental design included five combination variants of the microbiological product BisolbiSan, Zh (liquid) against the background of no mineral fertilizer application. A plot under intensive farming system was the control. The growing season of 2023 was characterized by insufficient precipitation and high temperatures, while 2024 was exceptionally wet and warm. The content levels of mobile nutrients (N-NO_3 , N-NH_4 , P_2O_5 , K_2O) were determined at the germination, tillering, and full maturity stages. It was found that under the droughty conditions of 2023, the use of the biological product resulted in a yield of 2.30 t ha which exceeded the results of the intensive technology (2.11 t ha). Under the conditions of excessive moisture in 2024, the maximum yield among the biologization variants of 1.55 t ha was achieved with pre-sowing seed treatment. The dynamics of nutrients showed that these variants were characterized by increased content of nitrate nitrogen during the critical tillering phase. Positive relationship was found between yield and nitrate nitrogen content during the tillering stage ($r = 0.81$ in 2024). The experimental findings indicate that the use of the product as a biologization technique improves nitrogen nutrition of spring wheat. The use of the biological product BisolbiSan, Zh (liquid) is an adaptive strategy for increasing the yields of spring wheat under the conditions of hydrothermal stress.

Арыкова Александра Михайловна, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: arykovasasha1998@mail.ru.

Завалишин Сергей Иванович, к.с.-х.н., доцент, зав. кафедрой почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serg11zav@mail.ru.

Arykova Aleksandra Mikhaylovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: arykovasasha1998@mail.ru.

Zavalishin Sergey Ivanovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Soil Science and Agrochemistry, Dept., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serg11zav@mail.ru.

Введение

Современное агропроизводство стоит перед необходимостью трансформации в сторону экологической устойчивости. Интенсивные технологии, базирующиеся на высоких дозах минеральных удобрений и пестицидов, приводят к деградации почв, снижению их плодородия и наруше-

нию экологического баланса [1]. В этой связи биологизация земледелия становится ключевым направлением, обеспечивающим восстановление почвенного плодородия и устойчивости агроэкосистем за счет применения экологически безопасных методов [2, 3].

В 2000-х годах активно исследовалось применение регуляторов роста на продуктивность яровой пшеницы в условиях Алтайского края [4]. Было установлено, что данные препараты способны влиять на физиолого-биохимические процессы растений, оказывая ростостимулирующее и фитосанитарное действие. Однако принципиальным ограничением таких регуляторов роста является их неспособность непосредственно влиять на разложение органического вещества почвы и соломы, что существенно сужает их функциональные возможности в плане мобилизации элементов питания из почвенных резервов.

В этой связи особый интерес представляют биопрепараты, которые совмещают в себе как ростостимулирующие и защитные функции, так и способность к активной деструкции растительных остатков. Штаммы бактерий, входящие в состав таких биопрепаратов, обладают целлюлолитической и амилалитической активностью, что способствует интенсивному разложению соломы и трансформации органического вещества, приводя к высвобождению элементов минерального питания в доступной для растений форме.

Таким образом, в отличие от регуляторов роста, биопрепараты оказывают комплексное воздействие не только на физиологию растения, но и на почвенные процессы, что потенциально может обеспечивать более стабильный эффект в различных погодных условиях. Однако остается недостаточно изученным вопрос о том, как приемы биологизации с применением биопрепаратов влияют на динамику агрохимических свойств почвы в различные фазы роста, и как эта динамика коррелирует не только с продуктивностью, но и с качественными показателями сельскохозяйственных культур.

Цель исследования – оценить влияние препарата «БисолбиСан, Ж» как приема биологизации земледелия на агрохимические свойства почвы и продуктивность яровой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи.

Задачи исследования:

- 1) исследовать динамику содержания подвижных форм азота, фосфора и калия в почве в течение вегетации в зависимости от схем применяемого биопрепарата;
- 2) изучить влияние комбинаций биопрепарата «БисолбиСан, Ж» на урожайность и качество зерна яровой пшеницы;
- 3) выявить взаимосвязи между содержанием элементов питания в почве в критические фазы развития растений и конечной продуктивностью агроценоза.

Объекты и методы

Исследования проводились в 2023-2024 гг. на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, малогумусный, среднесуглинистый. Перед закладкой опыта содержание гумуса составило 4,76%, реакция почвенной среды нейтральная ($pH_v = 7,01$). Содержание азота $N-NH_4 - 0,73$ мг/100 г, $N-NO_3 - 1,39$ мг/100 г, подвижного фосфора (P_2O_5) – 33,13 мг/100 г, обменного калия (K_2O) – 25,65 мг/100 г, что соответствует низкой обеспеченности азотом и очень высокой фосфора и калием. Таким образом, лимитирующим фактором формирования высокой продуктивности яровой пшеницы является азот.

В качестве средства биологизации применялся микробиологический препарат «БисолбиСан, Ж». В его состав входят ризосферные бактерии *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, которые обладают ростостимулирующей и защитной активностью. Помимо индукции системной резистентности растений и продукции антибиотических веществ, подавляющих развитие фитопатогенов, штамм характеризуется выраженной целлюлолитической и амилалитической активностью. Это способствует интенсивному разложению растительных остатков (соломы) и трансформации органического вещества почвы, приводя к высвобождению элементов минерального питания в доступной для растений форме. Об-

работка семян и вегетирующих растений данным биопрепаратом повышает устойчивость растений к абиотическим стрессам (засуха, переувлажнение) и улучшает доступность основных элементов питания из почвы за счет мобилизации труднодоступных соединений.

Объект исследования – яровая мягкая пшеница сорта Буран. Предшественник – чистый пар. Опыт был заложен в соответствии с методикой по Б.А. Доспехову [5].

Отбор почвенных образцов проводили в период всходов, кущения и полной спелости. Фаза кущения (1 мес. после всходов) является критическим периодом в формировании элементов продуктивности колоса, когда закладывается потенциальная урожайность культуры и происходит активное потребление элементов питания, особенно азота. Учет в фазу полной спелости позволяет оценить конечный результат воздействия агроприемов. Содержание подвижных элементов питания определяли по общепринятым в агрохимической службе методам. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа. Для выявления взаимосвязей использовали корреляционный анализ с помощью программ Excel.

Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия вегетационных периодов 2023 и 2024 гг. кардинально различались: 2023 г. был экстремально засушливым: сумма осадков за май-август составила 112 мм при среднегодовом уровне 184 мм, а среднемесячные температуры превышали норму на 1,15-3,39°C. В 2024 г., напротив, наблюдалось избыточное увлажнение: сумма осадков достигла 287 мм, что на 103 мм превысило норму, при этом температурный режим также был повышенным. ГТК_{за вег.}, соответственно равен, 0,48; 1,24.

Анализ урожайности яровой пшеницы выявил достоверные различия между вариантами в оба года исследований (табл. 1). В засушливом 2023 г. применение биопрепарата по оптимальной схеме (вариант 5: предпосевная обра-

ботка + двукратная обработка по вегетации) обеспечило урожайность 2,30 т/га, что достоверно превысило результат интенсивного контроля (2,11 т/га). Это свидетельствует о высокой эффективности использования препарата как приема в экстремально засушливых условиях, что связано со способностью бактерий *Bacillus subtilis* усиливать стрессоустойчивость растений и улучшать водоудерживающую способность ризосферы. В 2024 г. преимущество интенсивной технологии стало более выраженным (2,73 т/га), что связано с лучшей реализацией потенциала минерального питания в благоприятных условиях влагообеспеченности.

Среди биологизированных вариантов в 2024 г. наивысшую урожайность (1,55 т/га) показал вариант с предпосевной обработкой семян.

С учетом установленной более тесной взаимосвязи между содержанием питательных веществ в почве в фазы всходов и кущения, результаты их содержания приводятся в следующей таблице 2.

В засушливом 2023 г. в контроле (интенсивная технология) отмечалось повышенное содержание N-NO₃ в фазу кущения (1,95 мг/100 г), что способствовало формированию урожайности 2,11 т/га. В вариантах с комплексным применением препарата максимальное содержание N-NO₃ в фазу кущения (1,77 мг/100 г) наблюдалось в варианте 5, который показал и максимальную урожайность. В 2024 г., характеризовавшемся избыточным увлажнением, в контроле содержание N-NO₃ в фазу кущения было ниже (0,95 мг/100 г), но благодаря внесению аммиачной селитры и благоприятным условиям влагообеспеченности была получена высокая урожайность. Среди вариантов с биопрепаратом в 2024 г. более высокое содержание N-NO₃ в фазу кущения отмечалось в вариантах с предпосевной обработкой семян.

В оба года исследования по всем вариантам наблюдалось стабильно высокое содержание P₂O₅ на протяжении всей вегетации. Динамика K₂O показала, что в варианте с комплексным исследованием препарата в 2024 г. к фазе пол-

ной спелости его содержание достигло 46,40 мг/100 г, что указывает на интенсивную его мобилизацию в почве и его роль в наливе зерна.

В контексте выявленной динамики элементов питания следует способность штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 к разложению растительных остатков соломы в паровом поле и трансформации органического вещества почвы, что, вероятно,

сыграло ключевую роль в мобилизации элементов питания из почвенных резервов. Это позволило частично компенсировать отсутствие минеральных удобрений, что и объясняет повышенное содержание доступных форм элементов питания в критические фазы развития растений по сравнению с неудобренным фоном.

Таблица 1

Урожайность яровой пшеницы в 2023 и 2024 гг.

Годы	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Масса 100 семян, г	Клейковина, %
1. Контроль (N30 + пестициды)				
2023	2,11	-	31,33	30,05
2024	2,73	-	33,06	24,47
Среднее	2,42	-	32,20	27,26
2. Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан, Ж»				
2023	1,61	-0,5	34,42	27,00
2024	1,18	-1,55	29,41	21,96
Среднее	1,40	1,02	31,92	24,48
3. Предпосевная обработка семян препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/т				
2023	2,01	-0,1	31,86	20,14
2024	1,55	-1,18	29,13	21,52
Среднее	1,78	-0,64	30,495	20,83
4. Обработка по вегетации препаратом «БисолбиСан, Ж» 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку				
2023	2,12	0,1	35,41	34,28
2024	1,15	-1,58	30,53	20,85
Среднее	1,64	-0,78	32,97	27,57
5. Предпосевная обработка семян препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + обработка по вегетации 2 л/га – фаза кущения + 2 л/га – фаза выхода в трубку				
2023	2,30	0,19	34,23	24,22
2024	1,37	-1,36	30,35	23,21
Среднее	1,84	-0,58	32,29	23,72
НСР ₀₅ (урожайность 2023 г. = 0,17), (урожайность 2024 г. = 0,21)				

Корреляционный анализ выявил устойчивые связи между содержанием подвижных элементов питания, урожайностью и качеством зерна.

В 2023 г. урожайность демонстрировала сильную положительную корреляцию с содержанием P_2O_5 в фазу кущения ($r = 0,75$) и калия K_2O в фазу всходов ($r = 0,59$). В 2024 г. урожайность имела сильную связь с содержанием нитратного азота $N-NO_3$ в фазу кущения ($r = 0,81$), показывая, что обеспеченность азотом в благоприятных по влагообеспеченности условиях в фазу кущения является лимитирующим фактором продуктивности.

Также установлено, что в стрессовых условиях налив зерна в большей степени зависел от эффективности перераспределения пластических веществ внутри растения, а не от текущего азотного питания. При этом наблюдалась сильная связь $M1000$ с содержанием нитратного азота ($N-NO_3$) в фазу всходов ($r = 0,94$).

В 2024 г. характер связей изменился. Масса 1000 зерен находилась в прямой зависимости от содержания нитратного азота ($N-NO_3$) в фазу кущения ($r = 0,85$).

Динамика подвижных элементов питания в 2023 и 2024 гг.

Годы	Всходы				Кущение			
	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (N30 + пестициды)								
2023	1,19	0,93	34,79	17,1	1,01	1,95	28,53	45,65
2024	0,43	1,24	37,49	22,6	0,68	0,95	30,87	22,3
2. Без применения удобрений и препарата «БисолбиСан, Ж»								
2023	0,9	1,14	29,01	16,72	0,42	1,13	25,51	40,81
2024	0,48	0,66	35,05	22,7	0,6	0,64	35,56	26,4
3. Обработка семян препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/т								
2023	0,85	0,96	29,01	24,4	0,62	1,17	25,51	28,72
2024	следы	1,09	31,11	30,45	0,54	0,69	26,56	34,5
4. Двукратная обработка по вегетации препаратом «БисолбиСан, Ж» 2 л/га								
2023	0,91	1,43	38,03	25,04	0,63	1,13	29,22	36,42
2024	0,26	0,82	39,81	28,85	0,85	0,78	28,73	23,75
5. Обработка семян препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/т + 2-кратная обработка по вегетации, 2 л/га								
2023	0,85	0,96	29,01	24,4	0,62	1,17	25,51	28,72
2024	-0,11	0,79	39,22	26,3	0,55	0,6	37,24	28,4

В 2023 г. содержание клейковины имело сильную положительную связь с содержанием подвижного фосфора (P₂O₅) в фазу кущения ($r = 0,68$). В 2024 г. прямая сильная связь с элементами питания в отдельные фазы была менее выраженной, чем для урожайности и M1000, что указывает на комплексный характер формирования белковости зерна.

Таким образом, приемы биологизации, влияя на динамику подвижных элементов питания, опосредованно воздействуют и на качественные параметры урожая. В засушливых условиях ключевым для качества зерна (клейковина) становится обеспеченность фосфором, а в условиях избыточного увлажнения – комплексное обеспечение азотом и калием, что и было достигнуто в наиболее эффективных биологизированных вариантах с применением биопрепарата.

Заключение

1. Установлено, что в засушливых условиях 2023 г. схема применения биопрепарата «БисолбиСан, Ж», включающая обработку се-

мян и 2 обработки по вегетации, обеспечила достоверное превышение урожайности яровой пшеницы (2,30 т/га) над интенсивной технологией (2,11 т/га). В условиях избыточного увлажнения 2024 г. предпосевная обработка семян биопрепаратом обеспечила максимальную, среди вариантов с применением приемов биологизации, урожайность (1,55 т/га).

2. Установлена устойчивая взаимосвязь между продуктивностью агроценоза и содержанием подвижных питательных веществ. Урожайность положительно коррелировала с P₂O₅ и K₂O в засушливых условиях (2023 г.) и с N-NO₃ в кущение в более влажный 2024 г.

3. Впервые выявлены межгодовые различия по влиянию подвижных питательных веществ в зависимости от гидротермических условий: в засушливый год масса 1000 зерен зависела от стартового N-NO₃ ($r=0,94$), а клейковина – от P₂O₅ в кущение ($r=0,68$); во влажный год оба показателя были тесно связаны с содержанием N-NO₃ в фазу кущения.

4. Выявлено, что использование препарата «БисолбиСан, Ж» как приема биологизации позволяет поддерживать продуктивность и качество зерна яровой пшеницы за счет мобилизации элементов питания из почвы и в критический период роста растения.

Библиографический список

1. Державин, Л. М. Роль химизации и биологизации земледелия в отечественном производстве сельскохозяйственной продукции и обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации / Л. М. Державин. – Текст: непосредственный // *Агрохимия*. – 2010. – № 9. – С. 3-18.

2. Арыкова, А. М. Роль биологизации земледелия в динамике подвижных элементов питания в условиях Алтайского края при возделывании яровой пшеницы / А. М. Арыкова, С. И. Завалишин. – Текст: непосредственный // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XX Международная (заочная) научно-практическая конференция, Барнаул, 06 февраля 2025 г. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2025. – Кн. 1. – С. 163-165. – EDN RJMWHJ*.

3. Арыкова, А. М. Влияние биологизации земледелия на содержание подвижных элементов питания в черноземах / А. М. Арыкова. – Текст: непосредственный // *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 1. – С. 9-13. – EDN JDPJFF.

4. Антонова, О. И. Влияние сроков обработки посевов регуляторами роста на продуктивность яровой пшеницы / О. И. Антонова, Г. Я. Стецов, А. П. Гершкович. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2005. – № 2 (18). – С. 15-17. – EDN IRCORB.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стереотип. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

6. Влияние приемов биологизации земледелия на урожайность яровой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края / А. М. Арыкова, Ю. С. Завьялова, А. Е. Стрючкова, В. С. Трунилова. – Текст: непосредственный // *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета*. – 2024. – № 1. – С. 15-19. – EDN BILUDR.

7. Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., et al. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>.

8. Эффективность применения микробиологического фунгицида БисолБисан, Ж и интегрированной системы защиты растений в Ростовской области / Г. А. Урбан, С. М. Челбин, О. Е. Кротова [и др.]. – DOI 10.36508/RSATU.2021.92.47.014. – Текст: непосредственный // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 112-121. – EDN QDDTCR.

References

1. Derzhavin L.M. Rol khimizatsii i biologizatsii zemledeliya v otechestvennom proizvodstve selskokhozyaystvennoy produktsii i obespechenie prodovolstvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii // *Agrokhimiya*. 2010. No. 9. S. 3-18.

2. Arykova, A. M. Rol biologizatsii zemledeliya v dinamike podvizhnykh elementov pitaniya v usloviyakh Altayskogo kraya pri vzdelyvanii yarovoy pshenitsy / A. M. Arykova, S. I. Zavalishin // *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XX Mezhdunarodnaya (zaohnaya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Barnaul, 6 fevralya 2025 g. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2025. – Kn. 1. – S. 163-165*.

3. Arykova, A. M. Vliyanie biologizatsii zemledeliya na Soderzhanie podvizhnykh elementov pitaniya v chernozemakh / A. M. Arykova // *Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2022. – No. 1. – S. 9-13.

4. Antonova, O. I. Vliyanie srokov obrabotki poshevov regulatorami rosta na produktivnost yarovoy pshenitsy / O. I. Antonova, G. YA. Stetsov, A. P. Gershkovich // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2005. – No. 2 (18). – S. 15-17.

5. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B. A. Dospekhov. – 6-e izd., stereotip. – Moskva: Alyans, 2011. – 352 s.

6. Vliyanie priemov biologizatsii zemledeliya na urozhaynost yarovoy pshenitsy v usloviyakh umerenno zasushlivoy kolochnoy stepi Altayskogo kraya / A. M. Arykova, YU. S. Zavyalova, A. E. Stryuchkova, V. S. Trunilova // Vestnik mo-

lodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – No. 1. – S. 15-19.

7. Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., et al. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>.

8. Effektivnost primeneniya mikrobiologicheskogo fungitsida BisoLBisan, ZH i integrirovannoy sistemy zashchity rasteniy v Rostovskoy oblasti / G. A. Urban, S. M. Chelbin, O. E. Krotova [i dr.] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2021. – T. 13, No. 4. – S. 112-121. – DOI 10.36508/RSATU.2021.92.47.014.

