

4. Alabushev, A.V. Sorgo (selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika) / A.V. Alabushev, L.N. Anipenko, N.G. Gurskiy i dr. – Rostov-na-Donu: ZAO «KnigA», 2003. – 368 s.

5. Berezhnuy, V.N. Intensivnost i temp rosta sakharnogo sorgo v nachale vegetatsii // Tez. dokl. Vsesoyuz. soveshchaniya: Problemy i zadachi po selektsii, semenovodstvu i tekhnologii proizvodstva i pererabotki sorgo v SSSR. – Zernograd: VNIPTIMESKH, 1990. – S. 67-69.

6. Boldyreva L.L., Britvin V.V., Yudina V.N. Otsenka kombinatsionnoy sposobnosti sorgo sakharnogo po urozhaynosti zelenoy massy metodom nepolnogo topkrossa // Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavriy. – 2020. – No. 22 (185). – S. 5-11.

7. Volodin, A.B. Formirovanie urozhaya zelenoy massy sakharnogo sorgo pri dvukh ukosakh / A.B. Volodin, M.P. Zhukova // Sb. nauch. trudov: Seleksiya i semenovodstvo sorgo. – Zernograd: VNIPTIMESKH, 1985. – S. 103-110.

8. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V.. Vliyanie urovnya vlagoobespechennosti na urozhaynost i pitatelnyuyu tsennost' sorgovykh kultur // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. – 2024. – T. 54. No. 2. – S. 22-30.

9. Kravtsov, V.A. Sorgo perspektivnaya kultura dlya kormoproizvodstva / V.A. Kravtsov, N.M. Kotova // Kukuruza i sorgo. – 2004. – No. 6. – S. 21-22.

10. Productivity of forage crops in the steppe zone of the Northern Kazakhstan / M. K. Tynykulov, N. V. Malitskaya, A. A. Tleppayeva, M. A. Auzhanova // 3i: Intellect, Idea, Innovation - intellekt, ideya, innovatsiya. – 2024. – No. 3. – P. 99-107. – DOI 10.52269/22266070\_2024\_3\_99.

11. Shuliko N.N. Otsenka biologicheskoy aktivnosti pochvy pod sorghum x drummondii (Steud.) Millsp. & chase pri primenenii mineralnykh udobreniy / N. N. Shuliko, A. Yu. Timokhin, E. V. Tukmacheva, V. S. Boyko // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2024. – T. 16, No. 5. – S. 243-261. – DOI 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1293.

12. Konstantinova N.K., Pavlova S.A. Perspektivy sorgo-sudankovogo gibrida v kormoproizvodstve Yakutii // Vestnik AGATU. – 2024. – No. 4 (16). – S. 42-48.

13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur. – Moskva: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 270 s.



УДК 631.81

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-255-1-11-17

А.М. Арыкова, С.И. Завалишин

A.M. Arykova, S.I. Zavalishin

## БИНАРНЫЕ ПОСЕВЫ КАК ОДИН ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: ВЛИЯНИЕ НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

### BINARY SEEDING AS ONE OF THE KEY ELEMENTS OF AGRICULTURE BIOLOGIZATION: INFLUENCE ON SOIL NUTRITION REGIME AND SPRING GRAIN CROP PRODUCTIVITY

**Ключевые слова:** биологизация земледелия, бинарные посевы, яровая пшеница, яровой ячмень, люпин, клевер, азот, фосфор, калий, чернозем выщелоченный, *Bacillus subtilis*, БисолбиСан, Ж.

Представлены результаты полевых опытов 2024-2025 гг. на черноземе выщелоченном по влиянию совместных посевов яровой пшеницы и ярового ячменя с клевером или люпином в комплексе с препаратом «БисолбиСан, Ж» на динамику подвижных форм азота ( $N-NH_4$ ,  $N-NO_3$ ), фосфора ( $P_2O_5$ ), калия ( $K_2O$ ) и урожайность. Показаны различия по условиям увлажнения в годы исследования в начальный

период вегетации. Это определило различный характер связи продуктивности с элементами питания. При повышенном ГТК урожайность яровой пшеницы коррелировала с суммой минерального азота ( $N-NO_3 + N-NH_4$ ) и подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в стадии кущения (коэффициенты корреляции составили 0,58 и 0,48 соответственно). При недостаточном увлажнении в начале вегетации (ГТК=0,50) у ярового ячменя установлена тесная прямая связь с содержанием азота в аммонийной форме ( $N-NH_4$ ) в фазе всходов. Наибольшую продуктивность для обеих культур обеспечила комплексная система биологических приемов: бинарный посев с люпином, предпосевная

обработка семян и двукратная обработка посевов препаратом «БисолбиСан, Ж» по вегетации. Для яровой пшеницы урожайность по этому варианту достигла 1,72 т/га, а для ярового ячменя – 2,84 т/га, что достоверно превысило результат варианта с применением элементов интенсивной технологии ( $N_{30}$ ) – 2,67 т/га. Результаты свидетельствуют об эффективности бинарных посевов с люпином в сочетании с биопрепаратом как приема, оптимизирующего питательный режим и способствующего повышению продуктивности яровых зерновых культур в регионе.

**Keywords:** *agriculture biologization, binary crops, spring wheat, spring barley, lupine, clover, nitrogen, phosphorus, potassium, leached chernozem, Bacillus subtilis, BisolbiSan, Zh (liquid) product.*

The results of 2024-2025 field trials on leached chernozem on the effect of mixed seeding of spring wheat and spring barley with clover or lupine in combination with the product BisolbiSan, Zh (liquid) on the dynamics of mobile forms of nitrogen ( $N-NH_4$ ,  $N-NO_3$ ), phosphorus ( $P_2O_5$ ), potassium ( $K_2O$ ) and crop yield are discussed. The differences in moisture conditions in the

study years during the initial period of the growing season determined the different nature of the relationship of productivity and nutrients. With increased hydrothermal index (HTI), spring wheat yields correlated with accumulated mineral nitrogen ( $N-NO_3 + N-NH_4$ ) and mobile phosphorus ( $P_2O_5$ ) at the tillering stage (the correlation coefficients were 0.58 and 0.48, respectively). With insufficient moisture at the beginning of the growing season (HTI = 0.50), close direct relationship was revealed between spring barley and the ammonium nitrogen content ( $N-NH_4$ ) at the emergence stage. The highest productivity for both crops was achieved with an integrated system of biological techniques: binary seeding with lupine, pre-seeding seed treatment, and two applications of BisolbiSan, Zh (liquid) product during the growing season. For spring wheat, this technique yielded 1.72 t ha, and for spring barley – 2.84 t ha, significantly exceeding the yield of the technique using elements of intensive technology ( $N_{30}$ ) (2.67 t ha). The results demonstrate the effectiveness of binary seeding with lupine in combination with the biological product as a method for optimizing the nutrient regime and contributing to increased productivity of spring grain crops in the region.

**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

Трансформация агропромышленного комплекса в сторону экологической устойчивости является одной из приоритетных задач современного земледелия [1, 2]. В этом контексте биологизация, основанная на активизации естественных биологических процессов в агроэкосистемах, рассматривается как ключевой путь снижения антропогенной нагрузки при сохранении продуктивности [3]. Практическая реализация биологизированных систем требует разработки конкретных научно обоснованных агроприемов, среди которых особый интерес представляют бинарные (совместные) посевы зерновых культур с бобовыми компонентами.

Экологическая и агротехническая роль бинарных посевов многогранна. Они способствуют биологической фиксации атмосферного азота, улучшению фитосанитарного состояния посевов, структуры почвы и повышению биоразнообразия агроценозов [4]. Однако эффективность

данного приема в значительной степени зависит от выбора бобового компонента, его симбиотической активности и общего уровня биологической активности почвы, что зачастую приводит к нестабильности результата в различных почвенно-климатических условиях.

Перспективным направлением для повышения и стабилизации эффекта бинарных посевов является их интеграция с применением микробиологических препаратов комплексного действия, способных усиливать положительные эффекты за счет стимуляции роста растений, подавления фитопатогенов и мобилизации элементов питания из труднодоступных почвенных форм. Препарат «БисолбиСан, Ж» на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 характеризуется многосторонним положительным действием. Способность данного штамма к подавлению фитопатогенов и стимуляции ростовых процессов растений была подтверждена в ряде научных работ [5, 6]. Изучение его действия в условиях

Алтайского края также показало положительное влияние на агрохимические свойства почвы [7, 8]. Однако влияние комплексных биологизированных систем, сочетающих бинарные посевы с различными схемами применения данного биопрепарата, на динамику доступных форм азота, фосфора и калия в критические для формирования элементов продуктивности фазы развития (всходы и кущение) различных яровых зерновых культур в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края остается недостаточно изученным.

Следовательно, проведение данного исследования диктуется потребностью в научно обоснованных решениях по биологизации, учитывающих специфику местных почвенно-климатических факторов, и необходимостью анализа их воздействия на режим питания растений и урожайность основных яровых зерновых культур.

**Цель** исследования – оценить эффективность бинарных посевов с бобовыми культурами в сочетании с препаратом «БисолбиСан, Ж» как приёма биологизации земледелия, направленного на повышение продуктивности яровой пшеницы и ярового ячменя.

#### **Объекты и методы**

Исследования проводились в 2024-2025 гг. на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ в условиях умеренно засушливой колочной степи. Почвы опытного участка – чернозем выщелоченный (среднемощный, малогумусный, среднесуглинистый). Показатели содержания питательных элементов в пахотном горизонте (0-20 см) в начале вегетации имели значительные межгодовые различия, обусловленные погодными условиями. В 2024 г. содержание минерального азота было очень низким:  $N-NO_3$  – 0,93,  $N-NH_4$  – 0,28 мг/100 г почвы. Обеспеченность подвижным фосфором ( $P_2O_5$  – 33,16 мг/100 г) и обменным калием ( $K_2O$  – 27,64 мг/100 г) характеризовалась как очень высокая. В 2025 г. перед посевом ярового ячменя обеспеченность азотом была выше:  $N-NO_3$  – 2,13 (средняя),  $N-NH_4$  – 2,69 мг/100 г (повышенная). Содержание  $P_2O_5$  (26,18 мг/100 г) и  $K_2O$  (21,28 мг/100 г) оставалось на очень высоком уровне. Годы исследований были контрастными по условиям влагообеспеченности в начальный период вегетации. ГТК мая 2024 г. составил 1,84, что свидетельствует о повышенном увлажнении, тогда как в мае 2025 г. ГТК был

равен 0,50, что соответствует засушливым условиям.

**Объекты** исследования: яровая мягкая пшеница сорта Буран (2024 г.) и яровой ячмень сорта КВС Хоббс (2025 г.). В качестве бобовых компонентов в бинарных посевах использовались клевер ползучий и люпин белый. Применялся микробиологический препарат «БисолбиСан, Ж», содержащий штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 с титром не менее  $10^9$  КОЕ/мл.

Опыт заложен в соответствии с методикой полевого опыта [9] и включал 10 вариантов:

1. Контроль с элементами интенсивной технологии ( $N_{30}$  фон + пестициды).
2. Без удобрений и препарата (абсолютный контроль).
3. Бинарный посев (БП) пшеницы/ячменя с клевером.
4. БП с клевером + 2 обработки по вегетации (ОВ) препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/га.
5. Бинарный посев (БП) с люпином.
6. БП с люпином + 2 ОВ.
7. БП с клевером + предпосевная обработка семян (ПОС) препаратом, 2 л/т.
8. БП с люпином + ПОС.
9. БП с клевером + ПОС + 2 ОВ.
10. БП с люпином + ПОС + 2 ОВ (комплексная биологизация).

Почвенные образцы для агрохимического анализа отбирались с глубины 0-20 см в основные фазы развития растений. Определение подвижных элементов питания проводилось по общепринятым агрохимическим методам.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа; достоверность разностей между вариантами оценивали по наименьшей существенной разности (НСР) для уровня значимости  $p \leq 0,05$ . Для выявления взаимосвязей между содержанием элементов питания и урожайностью использовали корреляционный анализ. Данные по содержанию элементов в фазу полной спелости, ввиду отсутствия значимых корреляционных связей с урожайностью, в дальнейшем анализе не рассматривались.

#### **Результаты и их обсуждение**

Анализ данных урожайности (табл. 1) выявил достоверное влияние приемов биологизации на продуктивность как яровой пшеницы, так и ярового ячменя.

Для обеих культур максимальную урожайность в группе биологизированных вариантов обеспечил комплексный прием (вариант 10), включающий бинарный посев с люпином, предпосевную обработку семян и двукратные обработки по вегетации препаратом «БисолбиСан, Ж». Важно отметить, что продуктивность по данному варианту более чем в 1,5 раза превысила результат неудобренного фона (вариант 2) для яровой пшеницы (1,72 т/га по сравнению с 1,18 т/га) и в 2,7 раза – для ярового ячменя (2,84 т/га против 1,06 т/га). Полученные результаты демонстрируют высокую эффективность комбинированных биологизированных приемов, регулирующих биологический круговорот эле-

ментов питания почвы. Подчеркнем, что для ярового ячменя урожайность по комплексному варианту равна 2,84 т/га и достоверно превысила результат контроля с элементами интенсивной технологии (2,67 т/га) при  $HC_{P05}=0,14$ . Для яровой пшеницы такой комплексный прием также показал наилучший результат среди всех биологизированных вариантов (1,72 т/га), а по сравнению с контролем без удобрений и пестицидов разница составила 0,54 т/га. Полученные данные свидетельствуют о преимуществе приемов биологизации земледелия на основе бинарных посевов с люпином в условиях региона, особенно для ярового ячменя.

Таблица 1

**Урожайность яровых культур в 2024 и 2025 гг.**

№ варианта	Вариант опыта (краткое описание)	Яровая пшеница (2024 г.)	Яровой ячмень (2025 г.)
1	Контроль ( $N_{30}$ + пестициды)	2,73	2,67
2	Без удобрений и препарата	1,18	1,06
3	БП с клевером	1,30	1,52
4	БП с клевером + 2 ОВ	1,26	2,27
5	БП с люпином	1,57	1,50
6	БП с люпином + 2 ОВ	1,36	2,29
7	БП с клевером + ПОС	1,16	1,98
8	БП с люпином + ПОС	1,30	2,59
9	БП с клевером + ПОС + 2 ОВ	1,25	2,53
10	БП с люпином + ПОС + 2 ОВ (комплексный)	1,72	2,84
	$HC_{P05}$	0,21	0,14

Примечание. БП – бинарный посев; ОВ – обработка по вегетации препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/га; ПОС – предпосевная обработка семян препаратом «БисолбиСан, Ж», 2 л/т.

Изучение динамики содержания подвижных элементов питания (табл. 2) в сочетании с корреляционным анализом позволило выявить различные механизмы формирования продуктивного фона. Поскольку растения усваивают как нитратную, так и аммонийную формы азота, для комплексной оценки азотного режима под влиянием приемов с применением элементов биологизации земледелия была изучена сумма минерального азота ( $\sum N-NO_3 + N-NH_4$ ), отражающая общую доступность элемента. Выявлены принципиальные различия в характере связи урожайности с формами азота, которые четко соотносятся с гидротермическими условиями начала вегетации. Для яровой пшеницы в 2024 г. с повышенным увлажнением (ГТК мая = 1,84) урожайность имела среднюю положительную корреляцию с содержанием суммы минерального азота ( $N-NO_3 + N-NH_4$ ) в почвенном слое в период кущения ( $r=0,58$ ). Данная зависи-

мость согласуется с существующими представлениями о ведущей роли азотного питания в фазу кущения в формировании урожая яровой пшеницы на черноземах Алтайского края [10]. В засушливых условиях начала вегетации 2025 г. (ГТК мая = 0,50) под яровым ячменем была обнаружена сильная положительная связь между урожайностью и содержанием  $N-NH_4$  в почве в фазу всходов ( $r=0,74$ ). Подобная динамика, когда в засушливый период в почве дольше сохраняется аммонийная форма азота, также отмечена Л.М. Бурлаковой в исследованиях черноземов колючей степи [10]. Таким образом, контрастные условия увлажнения определяли различный вклад форм азота в формирование конечной продуктивности зерновых культур.

Содержание подвижного фосфора во всех вариантах находилось на уровне высокой и очень высокой обеспеченности, характерном для чернозема выщелоченного опытного участ-



ка. Согласно исследованиям Л.М. Бурлаковой (2022), для почв колючей степи Алтайского Приобья характерно самое высокое варьирование содержания подвижных фосфатов, что объясняется влиянием локальных почвенно-климатических факторов и не подчиняется закону нормального распределения [10]. Это подтверждается и нашими данными, где содержание  $P_2O_5$  демонстрировало значительный разброс как между вариантами, так и по фазам отбора (табл. 2). При этом для пшеницы в 2024 г. выявлена средняя положительная корреляция урожайности с содержанием  $P_2O_5$  в кущение ( $r=0,48$ ), тогда как для ячменя 2025 г. наблюдалась сильная отрицательная связь с  $P_2O_5$  в ту

же фазу ( $r=-0,64$ ). Последнее может косвенно указывать на более интенсивную мобилизацию почвенных запасов фосфора в эффективных вариантах. По обменному калию ( $K_2O$ ) также отмечался широкий диапазон значений, что обуславливается высоким валовым содержанием калия в черноземах региона и его активной динамикой [10]. Для ячменя урожайность имела умеренную положительную корреляцию с содержанием  $K_2O$  во всходах ( $r=0,47$ ). Важно отметить, что в наиболее эффективном комплексном варианте (№ 10) под обеими культурами к фазе кущения поддерживался достаточный или повышенный уровень калийного питания.

Таблица 2

**Динамика содержания подвижных элементов питания в почве (слой 0-20 см) в фазы всходов и кущения, мг/100 г**

Вариант	Всходы						Кущение					
	Kw	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Σ NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Kw	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Σ NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2024 г., яровая пшеница												
1	1,19	0,43	1,24	1,67	37,49	22,60	1,14	0,68	0,95	1,63	30,87	22,30
2	1,19	0,48	0,66	1,14	35,05	22,70	1,14	0,60	0,64	1,24	35,56	26,40
3	1,18	0,26	1,43	1,69	25,89	26,85	1,07	0,51	0,56	1,07	24,75	21,60
4	1,20	0,23	0,99	1,22	33,35	39,80	1,14	0,46	0,98	1,44	29,14	54,25
5	1,18	0,17	0,78	0,95	28,15	26,90	1,14	0,40	0,94	1,34	26,72	22,95
6	1,18	следы	0,70	0,67	36,86	26,75	1,12	0,65	0,85	1,50	44,31	31,80
7	1,19	следы	0,87	0,78	23,76	18,35	1,14	0,40	0,68	1,08	23,81	41,00
8	1,19	следы	0,99	0,93	30,98	23,20	1,14	0,49	0,77	1,26	26,36	19,35
9	1,19	следы	0,91	0,80	31,92	37,60	1,12	0,31	0,67	0,98	25,78	29,10
10	1,20	следы	0,83	0,77	37,03	28,95	1,13	0,47	0,62	1,09	27,54	20,35
2025 г., яровой ячмень												
1	1,19	1,53	2,62	4,15	24,50	19,90	1,12	3,49	0,63	4,11	27,17	37,50
2	1,20	1,44	2,23	3,67	16,74	13,50	1,13	1,79	0,40	2,19	33,44	25,73
3	1,13	1,72	2,62	4,34	24,08	13,60	1,13	1,12	0,60	1,72	35,86	23,37
4	1,21	1,50	2,83	4,34	36,43	27,33	1,13	2,02	0,50	2,52	24,92	33,40
5	1,17	3,05	2,49	5,54	26,89	20,43	1,11	2,03	0,32	2,35	39,54	24,37
6	1,22	2,63	2,76	5,39	25,04	22,20	1,12	1,15	0,80	1,95	39,20	56,60
7	1,18	2,63	2,76	5,39	27,80	22,30	1,13	1,35	0,33	1,68	37,60	28,13
8	1,19	2,02	3,38	5,39	39,34	20,80	1,12	2,01	0,29	2,30	30,23	24,37
9	1,18	2,20	2,85	5,05	19,31	18,47	1,12	2,04	0,25	2,30	22,39	30,47
10	1,18	2,35	2,90	5,24	19,55	30,70	1,14	1,57	0,23	1,79	23,99	30,00

Полученные результаты позволяют сделать вывод о различной реализации эффекта одной и той же комплексной биологической системы (бинарный посев с люпином + «БисолбиСан, Ж») под разными культурами. Для яровой пшеницы в условиях лучшего увлажнения система работала, в первую очередь, через поддержание оптимального азотного (сумма минерального N) и фос-

форного фона в критическую фазу кущения. Для ярового ячменя в условиях стартовой засухи ключевым оказался высокий стартовый фон доступного азота в аммонийной форме, что и предопределило его конечную продуктивность, превысившую интенсивный контроль. В обоих случаях система способствовала поддержанию благоприятного калийного режима.

### Заключение

1. Доказана высокая эффективность комплексного применения элементов биологизации земледелия, основанного на бинарном посеве яровых зерновых культур с люпином в сочетании с предпосевной обработкой семян и двукратными обработками по вегетации препаратом «БисолбиСан, Ж». Данная система обеспечила максимальную продуктивность среди всех биологизированных вариантов для яровой пшеницы (1,72 т/га) и достоверно превысила урожайность контроля с элементами интенсивной технологии для ярового ячменя (2,84 т/га против 2,67 т/га при НСР<sub>05</sub>=0,14), увеличив урожайность относительно удобренного фона более чем в 1,5 раза.

2. Установлено, что влияние контрастных гидротермических условий начала вегетации (ГТК мая 1,84 в 2024 г. и 0,50 в 2025 г.) обусловило различные механизмы формирования продуктивного азотного режима под разными культурами. Для яровой пшеницы в условиях повышенного увлажнения урожайность определялась обеспеченностью суммой минерального азота в фазу кущения ( $r=0,58$ ). Для ярового ячменя в засушливый период ключевым фактором стало содержание аммонийного азота уже в фазу всходов ( $r=0,74$ ).

3. Выявленные корреляционные связи подтвердили различную значимость элементов питания. Для пшеницы отмечена средняя положительная связь урожайности с подвижным фосфором в кущение ( $r=0,48$ ), а для ячменя – умеренная положительная связь с обменным калием в период всходов ( $r=0,47$ ) и сильная отрицательная – с фосфором в кущение ( $r=-0,64$ ), что может свидетельствовать об интенсивной мобилизации последнего.

4. Результаты исследований служат научной основой для разработки и внедрения в сельскохозяйственную практику Алтайского края адаптивных биологизированных систем земледелия, обеспечивающих повышение продуктивности яровых зерновых культур за счет оптимизации азотного и калийного питания через активизацию физико-химических и биологических процессов в почве.

### Библиографический список

1. 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>.

2. Hauggaard-Nielsen, H., Jensen, E. (2006). Facilitative Root Interactions in Intercrops. *Plant and Soil*. 274 (1-2): 237-250.

3. Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, et al. (2015). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *The New Phytologist*, 206 (1), 107–117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>.

4. Ступницкий, Д. Н. Оценка продуктивности одновидовых и бинарных посевов с люпином для органического земледелия / Д. Н. Ступницкий, В. Л. Бопп, Н. А. Мистратова. – DOI 10.53914/issn2071-2243\_2021\_4\_86. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14, № 4 (71). – С. 86-92. – EDN ASIMIE.

5. Урбан, Г. А. 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.

6. Тарасенко, П. В. Значение БисолбиСана для биологизации земледелия и эффективность его применения на посевах яровой пшеницы в лесостепной зоне / П. В. Тарасенко, В. В. Никифоров, А. В. Уваров. – Текст: непосредственный // Научное обозрение. – 2012. – № 4. – С. 26-32. – EDN PJBRCZ.

7. Арыкова, А. М. Эффективность различных приемов биологизации земледелия на урожайность яровой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края / А. М. Арыкова. – Текст: непосредственный // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2025. – № 2. – С. 7-10. – EDN OIWGFC.

8. Арыкова, А. М. 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 / А. М. Арыкова, С. И. Завалишин. – DOI 10.53083/1996-4277-2025-253-11-37-44. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2025. – № 11 (253). – С. 37-44. – EDN ZRFWQK.

9. 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.

10. Бурлакова, Л. М. Плодородие алтайских черноземов в системе агроценоза / Л. М. Бурлакова. – 2-е изд., испр. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – 204 с. – ISBN 978-5-94485-252-6. – EDN IUVBQI.

### References

1. 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>.

2. Hauggaard-Nielsen, H., Jensen, E. (2006). Facilitative Root Interactions in Intercrops. *Plant and Soil*. 274 (1-2): 237-250.

3. Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, et al. (2015). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *The New Phytologist*, 206 (1), 107–117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>.

4. Stupnitskiy, D. N. Otsenka produktivnosti odnovidnykh i binarnykh posevov s lyupinom dlya organicheskogo zemledeliya / D. N. Stupnitskiy, V. L. Bopp, N. A. Mistratova // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – T. 14, No. 4 (71). – S. 86-92. – DOI 10.53914/issn2071-2243\_2021\_4\_86.

5. Urban, G. A. 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.

6. Tarasenko, P. V. Znachenie Bisolbi-Sana dlya biologizatsii zemledeliya i effektivnost ego primeneniya na posevakh yarovoy pshenitsy v lesostepnoy zone / P. V. Tarasenko, V. V. Nikiforov, A. V. Uvarov // Nauchnoe obozrenie. – 2012. – No. 4. – S. 26-32.

7. Arykova, A. M. Effektivnost razlichnykh priemov biologizatsii zemledeliya na urozhaynost yarovoy pshenitsy v usloviyakh umerenno zasushlivoy kolochnoy stepi Altayskogo kraya / A. M. Arykova // Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – No. 2. – S. 7-10.

8. Arykova, A. M. Osobennosti deystviya preparata “Bisolbisan, Zh” kak elementa biologizatsii zemledeliya na agrokhimicheskie svoystva pochv i produktivnost yarovoy pshenitsy v usloviyakh umerenno zasushlivoy kolochnoy stepi Altayskogo kraya / A. M. Arykova, S. I. Zavalishin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – No. 11 (253). – S. 37-44. – DOI 10.53083/1996-4277-2025-253-11-37-44.

9. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B. A. Dospekhov. – 6-е изд., стереотип. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.

10. Burlakova, L. M. Plodorodie altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza / L. M. Burlakova. – 2-е изд., испр. – Барнаул: RIO Altayskogo GAU, 2022. – 204 с.



УДК 633.18.03

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-255-1-17-23

С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова,  
Д.Ю. Сулейманов, З.М. Курбанов  
S.A. Kurbanov, D.S. Magomedova,  
D.Yu. Suleymanov, Z.M. Kurbanov

## ПРИЁМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РИСА

### TECHNIQUES TO INCREASE RICE PRODUCTIVITY

**Ключевые слова:** рис, сорта, обработка почвы, сидерация, люцерна, засоренность, способ посева, урожайность и качество, показатели адаптивности.

**Keywords:** rice, varieties, tillage, green manuring, alfalfa, weed infestation, sowing method, yield and quality, adaptability indices.