

8. Samsonova N.E. Vliianie soedinenii kremniia i mineralnykh udobrenii na urozhainost iarovykh zernovykh kultur i sodержanie v nikh antioksidantnykh fermentov / N.E. Samsonova, M.V. Kapustina, Z.F. Zaitseva // Agrokhimii. – 2013. – No. 10. – S. 66-74.

9. Samsonova N.E. Vliianie soedinenii kremniia i slozhnogo NPK udobreniia na vodnyi rezhim listev i urozhainost iarovoii pshenitsy / N.E. Samsonova, Z.F. Zaitseva, M.V. Kapustina, N.A. Antonova // Agrokhimii. – 2014. – No. 9. – S. 58-66.

10. Alekseev A.I., Kuzin E.N., Arefev A.N., Kuzina E.E. Izmenenie plodorodiia chernozema vyshchelochennogo pri ispolzovanii prirodnykh tseolitov i udobrenii / A.I. Alekseev, E.N. Kuzin, A.N. Arefev, E.E. Kuzina // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2013. – No. 3 (23). – S. 4-10.

11. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – Moskva: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.

12. Tepper E.Z. Praktikum po mikrobiologii: uchebnoe posobie dlia vuzov / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva; pod red. V.K. Shilnikovoi. – Moskva: Drofa, 2004. – 256 s.

13. Metodika Gossortoispytaniia polevykh kultur. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 36 s.

14. Zhidkii guminovyi kontsentrat "NaturAgro EcoGrow". Rezhim dostupa. URL: <https://ruseco.org/naturagro-stg>.

Работа поддержана Грантом Губернатора Алтайского края в форме субсидий для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (СОГЛАШЕНИЕ от 20.04.2023 № 3).



УДК 631.8

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-229-11-26-31

**И.А. Бобренко, В.П. Кормин,
В.И. Попова, М.А. Чернявская
I.A. Bobrenko, V.P. Kormin,
V.I. Popova, M.A. Chernyavskaya**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОУДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА АГРОЧЕРНОЗЕМЕ КВАЗИГЛЕЕВОМ

EFFECTIVENESS OF BIOFERTILIZERS AND GROWTH PROMOTERS IN SPRING WHEAT GROWING ON QUASI-GLEY AGROCHERNOZEM

Ключевые слова: яровая пшеница, эффективность, биологическое удобрение (биоудобрение), стимулятор роста, урожайность, качество.

Представлены экспериментальные данные по изучению эффективности использования биоудобрений и стимуляторов роста для повышения урожайности яровой пшеницы Столыпинская 2 в лесостепи юга Западной Сибири. Опыт проводился на опытном поле Омского ГАУ в 2021-2022 гг. на агрочерноземе квазиглеевом. Применялись биоудобрения Азотовит и Фосфатовит; стимуляторы роста Биостим Старт и Гумат К. Исследованиями установлено, что все изучаемые препараты существенно повысили урожайность зерна яровой пшеницы. В вариантах с применением биопрепаратов урожайность в среднем за 2 года составила 3,67-3,86 т/га при урожайности без применения препаратов 3,36 т/га. Применение стимуляторов роста Биостим Старт и Гумат К, сочетаний препаратов Азотовит + Фосфатовит и Азотовит + Фосфатовит + Гумат К

обеспечило наибольшие прибавки урожая – 0,45; 0,44; 0,50 и 0,46 т/га соответственно. Масса 1000 зерен в урожае в контрольном варианте составила 38,7 г, при применении биоудобрений и стимуляторов роста – 39,6-40,6 г. Максимальный показатель был отмечен в вариантах Гумат К и Азотовит + Фосфатовит – 40,6 г. Масса зерна с одного растения также увеличивалась с 0,60 г без применения препаратов до 0,62-0,66 г при обработке семян изучаемыми препаратами. Содержание клейковины повышалось с 32,4% без применения препаратов до 33,1-34,7% с их применением, при максимуме в варианте Азотовит + Фосфатовит + Гумат К; белковость зерна возросла с 16,3 до 17,1-17,4%.

Keywords: spring wheat, effectiveness, biological fertilizer (biofertilizer), growth promoter, yielding capacity, quality.

The experimental data on the effectiveness of the application of biofertilizers and growth promoters to increase

the yields of spring wheat Stolypinskaya 2 in the forest-steppe of the south of West Siberia are discussed. The experiment was carried out in the experimental field of the Omsk State Agricultural University in 2021 and 2022 on quasi-gley agrochernozem. The following was applied: biofertilizers Azotovit and Fosfatovit, and growth promoters Biostim Start and Gumat K. It was found that all studied products significantly increased the yields of spring wheat grain. In the variants with the use of biological products, two-year average yields made 3.67-3.86 t ha; the yield without any biological product application being 3.36 t ha. The application of growth promoters Biostim Start and Gumat K, the combinations of Azotovit + Fosfatovit and Azotovit + Fosfatovit + Gumat K ensured the greatest yield

gains that amounted to 0.45; 0.44, 0.50 and 0.46 t ha, respectively. Thousand-kernel weight in the harvest of the control variant made 38.7 g; while with the application of biofertilizers and growth promoters - 39.6-40.6 g. The maximum value was obtained in the variants Gumat K and Azotovit + Fosfatovit and amounted to 40.6 g. The grain weight per one plant also increased from 0.60 g without any application to 0.62-0.66 g when treating seeds with the studied products. Gluten content increased from 32.4% without any products to 33.1-34.7% with their application with the maximum in the variant Azotovit + Fosfatovit + Gumat; grain protein content increased from 16.3 to 17.1-17.4%.

Бобренко Игорь Александрович, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: bobrenko67@mail.ru.

Кормин Виктор Павлович, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: vp.kormin@omgau.org.

Попова Валентина Ивановна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: vi.popova@omgau.org.

Чернявская Марика Андреевна, аспирант, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: ma.chernyavskaya35.06.01@omgau.org.

Bobrenko Igor Aleksandrovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: bobrenko67@mail.ru.

Kormin Viktor Pavlovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: vp.kormin@omgau.org.

Popova Valentina Ivanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: vi.popova@omgau.org.

Chernyavskaya Marika Andreevna, post-graduate student, Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: ma.chernyavskaya35.06.01@omgau.org.

Введение

В черноземных почвах Западной Сибири из элементов питания часто наблюдается недостаток для растений доступных азота и фосфора. Кроме органических и минеральных удобрений, в настоящее время для регулирования режима питания культур все активнее применяются биоудобрения. Наиболее широкое распространение получили препараты, содержащие азотфиксирующие и фосфатмобилизующие микроорганизмы. Биологический азот в почве накапливается в результате ассоциативной азотфиксации. Инокуляция может улучшить азотный баланс. Общие запасы фосфора почве значительны, но актуальна проблема перевода недоступных форм элемента в доступные для оптимизации питания растений [1-4].

Стимуляторы роста растений улучшают энергетические процессы, обмен и синтез веществ, проникновение элементов питания через плазмалемму, усиливают ферментативные системы, адаптационные свойства [5, 6].

Цель исследований – установить эффективность использования биоудобрений и стимуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в лесостепи юга Западной Сибири.

Условия, материалы и методы исследования

Эксперимент проводился в Омском ГАУ в 2021-2022 гг. Сорт – Столыпинская 2, почва – агрочернозем квазиглеевый. Использовались: биоудобрения Азотовит и Фосфатовит (по 4 л/т); стимуляторы роста Биостим Старт (1 л/т) и Гумат К (0,4 л/т). Азотовит – препарат, содержащий живые клетки бактерий *Beijerinckia fluminensis*, обеспечивает растения азотным питанием; Фосфатовит – препарат, содержащий споры и живые клетки бактерий *Paenibacillus tusilaginosis*, обеспечивает растения фосфорным питанием; Биостим Старт – специализированное комплексное удобрение-биостимулятор для зерновых культур; Гумат К – естественный высокомолекулярный стимулятор роста растений, включает гуминовые кислоты. Агрохимическая характеристика почв представлена в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв опытных участков (слой 0-20 см)

Год	Гумус	рН	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг		
2021	5,71	5,7	4,8	138	220
2022	5,12	5,7	4,3	142	245

Вегетационный период 2021 г. был более жарким, особенно в июле-августе; в 2022 г. сложились более благоприятные условия по влагообеспеченности, особенно в июле – во многом определяющим будущую урожайность (табл. 2).

Таблица 2

Метеорологические условия вегетационных периодов (2021-2022 гг.)

Месяц	2021 г.	2022 г.	Среднее многолетнее
Температура воздуха, °С			
Май	17,4	15,3	13,0
Июнь	16,9	17,3	18,0
Июль	20,6	19,9	19,6
Август	19,1	16,8	17,0
Количество осадков, мм			
Май	13	12	31
Июнь	45	53	55
Июль	33	116	65
Август	43	36	56

Семенной материал обрабатывали препаратами перед посевом по 10 л/т рабочего раствора согласно рекомендациям производителя, схема опыта приведена в таблице 3. Предусмотрены

варианты как отдельного применения препаратов, так и совместного, так как агрономическое их действие различно. Площадь делянок – 20 м². В почвенных пробах определяли N-NO₃ по Грандваль-Ляжу; подвижные фосфор и калий – по Чирикову; содержание белка в зерне – по ГОСТ 10846-74, клейковины – по ГОСТ 27839-88, стекловидность – по ГОСТ 10987-79, натуру – по ГОСТ 10840-2017.

Результаты и их обсуждение

Биоудобрения и стимуляторы роста исследовались при возделывании сорта нового поколения с устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине Столыпинская 2 [7]. При разработке технологии возделывания нового сорта нужно определить его отзывчивость на применение в том числе и биологических препаратов [8-10]. Ранее в почвенно-климатических условиях юга лесостепи юга Западной Сибири биоудобрения Азотовит и Фосфатовит, биостимуляторы Биостим Старт и Гумат К не изучались. Все препараты положительно повлияли на урожайность зерна (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность зерна яровой пшеницы при применении биоудобрений и стимуляторов роста (2021-2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка	
	2021 г.	2022 г.	среднее	т/га	%
Контроль	2,41	4,30	3,36	-	-
Азотовит	2,70	4,68	3,69	0,33	9,8
Фосфатовит	2,77	4,57	3,67	0,31	9,3
Биостим Старт	2,72	4,90	3,81	0,45	13,4
Гумат К	2,80	4,80	3,80	0,44	13,1
Азотовит + Фосфатовит	2,88	4,84	3,86	0,50	14,9
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	2,70	4,94	3,82	0,46	13,7
НСР ₀₅	0,18	0,23			

В вариантах с применением биопрепаратов урожайность в среднем за два года составила 3,67-3,86 т/га при урожайности без применения препаратов 3,36 т/га. Применение стимуляторов роста Биостим Старт и Гумат К, сочетаний препаратов Азотовит + Фосфатовит и Азотовит + Фосфатовит + Гумат К обеспечили наибольшие прибавки урожая – 0,45; 0,44; 0,50 и 0,46 т/га соответственно.

В лучшей влагообеспеченности 2022 г. прибавки составили 0,27-0,64 т/га, а в 2021 г. – 0,29-0,47 т/га. В целом препараты одинаково эффек-

тивны независимо от погодных условий, но при более благоприятных условиях совместное применение биоудобрений и стимулятора роста обеспечило эффективность выше при лучшей влагообеспеченности: в варианте Азотовит + Фосфатовит + Гумат К в 2022 г. сформировалась наивысшая прибавка (0,64 т/га), а в 2021 г. прибавка ниже варианта Азотовит + Фосфатовит (0,29 и 0,47 т/га соответственно) и на уровне вариантов отдельного применения препаратов.

Биоудобрения Азотовит и Фосфатовит способствуют улучшению азотного и фосфорного

питания; стимуляторы роста Биостим Старт и Гумат К – мобилизации физиологических ресурсов растения. В результате изменяется урожай-

ность, что сопровождается изменением ее структуры урожая (табл. 4).

Таблица 4

Показатели структуры урожая яровой пшеницы при применении биоудобрений и стимуляторов роста (2021-2022 гг.)

Вариант	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
2021 г.				
Контроль	2,3	2,1	0,55	37,1
Азотовит	2,5	2,3	0,58	38,0
Фосфатовит	2,6	2,3	0,59	40,1
Биостим Старт	2,5	2,4	0,58	37,4
Гумат К	2,7	2,6	0,58	38,9
Азотовит + Фосфатовит	2,6	2,4	0,62	37,1
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	2,5	2,4	0,58	37,6
2022 г.				
Контроль	2,4	2,3	0,64	40,2
Азотовит	2,7	2,5	0,68	41,2
Фосфатовит	2,4	2,2	0,69	42,1
Биостим Старт	2,5	2,5	0,73	43,4
Гумат К	2,8	2,6	0,62	42,3
Азотовит + Фосфатовит	2,6	2,5	0,65	44,1
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	2,7	2,6	0,65	43,3
Среднее				
Контроль	2,35	2,20	0,60	38,7
Азотовит	2,60	2,40	0,63	39,6
Фосфатовит	2,50	2,25	0,64	41,1
Биостим Старт	2,50	2,45	0,66	40,4
Гумат К	2,75	2,60	0,60	40,6
Азотовит + Фосфатовит	2,60	2,45	0,63	40,6
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	2,65	2,50	0,62	40,5

Продуктивная кустистость в зависимости от варианта увеличивалась с 2,20 до 2,25-2,60. Биостим Старт и совместное применение Азотовит + Фосфатовит + Гумат К способствовали формированию наибольшей продуктивной кустистости – 2,60 и 2,50 соответственно. Масса 1000 зерен при этом увеличивалась на 0,9-2,4 г (наибольшая при применении Фосфатовита), в контроле показатель составил 38,7 г). Масса зерна с одного растения также увеличивалась с 0,60 г без применения препаратов до 0,62-0,66 г при обработке семян изучаемыми препаратами (кроме Гумата К, при обработке семян которым данный показатель не изменялся).

Содержание клейковины повышалось с 32,4% без применения препаратов до 33,1-34,7% с их применением, при максимуме в варианте Азотовит + Фосфатовит + Гумат К. Такие же закономерности и по изменению белковости зерна; она возросла с 16,3 до 17,1-17,4% (табл. 5).

Натура зерна составила 773-819 г/л, наибольшая сформировалась в вариантах Азотовит + Фосфатовит и Азотовит + Фосфатовит + Гумат К (816 и 819 г/л соответственно). Стекловидность была в среднем 59-65, в целом была на одном уровне.

Показатели качества зерна яровой пшеницы при применении биоудобрений и стимуляторов роста (2021-2022 гг.)

Вариант	Натура, г/л	Белок, %	Стекловидность, %	Клейковина, %
2021 г.				
Контроль	775	16,1	61	30,1
Азотовит	785	17,2	65	30,7
Фосфатовит	787	17,4	62	30,5
Биостим Старт	789	17,5	60	30,8
Гумат К	802	17,5	60	31,0
Азотовит + Фосфатовит	814	16,6	59	31,0
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	817	16,4	59	31,2
2022 г.				
Контроль	771	16,5	61	34,6
Азотовит	789	17,0	64	35,5
Фосфатовит	782	17,4	63	36,3
Биостим Старт	785	17,1	61	35,7
Гумат К	799	17,0	61	35,6
Азотовит + Фосфатовит	818	17,6	62	36,8
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	820	18,2	58	38,1
Среднее				
Контроль	773	16,3	61	32,4
Азотовит	787	17,1	65	33,1
Фосфатовит	782	17,4	63	33,4
Биостим Старт	785	17,3	61	33,3
Гумат К	801	17,3	61	33,3
Азотовит + Фосфатовит	816	17,1	61	33,9
Азотовит + Фосфатовит + Гумат К	819	17,3	59	34,7

Заключение

Применяемые биоудобрения Азотовит и Фосфатовит, стимуляторы роста Биостим Старт и Гумат К при обработке семян на агрочерноземе квазиглеевом Западной Сибири показали высокую эффективность при возделывании яровой пшеницы сорта Столыпинская 2. В вариантах с применением биопрепаратов урожайность составила 3,67-3,86 т/га при урожайности без применения препаратов 3,36 т/га. Применение стимуляторов роста Биостим Старт и Гумат К, сочетаний препаратов Азотовит + Фосфатовит и Азотовит + Фосфатовит + Гумат К обеспечили наибольшие прибавки урожая, которые составили 0,45; 0,44; 0,50 и 0,46 т/га соответственно. Содержание клейковины повышалось с 32,4% без применения препаратов до 33,1-34,7% с их

применением, при максимуме в варианте Азотовит + Фосфатовит + Гумат К; белковость зерна возросла с 16,3 до 17,1-17,4%.

Библиографический список

1. Агротехническая диагностика потребности полевых культур в азотных удобрениях / В. М. Красницкий, И. А. Бобренко, А. Г. Шмидт, О. А. Матвейчик. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2020. – № 6 (117). – С. 40-44.
2. Завалин, А. А. Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур / А. А. Завалин, А. А. Алферов, Л. С. Чернова. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2019. – № 8. – С. 83-96.

3. Динамика подвижного фосфора в почвах лесостепи Западной Сибири / В. М. Красницкий, И. А. Бобренко, А. Г. Шмидт, О. А. Матвейчик. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2020. – № 2 (113). – С. 57-60.

4. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев [и др.]. – Москва: Изд-во ВНИИА ИМ. Прянишникова, 2017. – 854 с. – Текст: непосредственный.

5. Воронкова, Н. А. Биологические ресурсы сохранения плодородия черноземов и повышения продуктивности агроценозов в южной лесостепи Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Воронкова Наталья Артемовна. – Омск, 2011. – 412 с. – Текст: непосредственный.

6. Усовершенствованная агротехнология яровой пшеницы на основе применения некорневых подкормок микроэлементами в хелатной форме и стимуляторами роста в условиях южной лесостепи Западной Сибири: рекомендации / Н.А. Воронкова [и др.]; ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск, 2020. – 24 с. – Текст: непосредственный.

7. Шаманин, В. П. Иммунологическая оценка сортов яровой мягкой пшеницы селекционного питомника КАСИБ / В. П. Шаманин, И. В. Поточкая. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (22). – С. 5-10.

8. Кочегарова, Н. Ф. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на удобрение и использование растениями внесенного азота / Н. Ф. Кочегарова. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1988. – № 2. – С. 9-12.

9. Кочегарова, Н. Ф. Сортовая реакция твердой пшеницы на минеральные удобрения / Н. Ф. Кочегарова. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 6. – С. 23-27.

10. Ожередова, А. Ю. Определение доз минеральных удобрений для достижения планируемой урожайности сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ожередова Алена Юрьевна. – Ставрополь, 2020. – 308 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Agrotekhnicheskaja diagnostika potrebnosti polevykh kultur v azotnykh udobreniiakh / V.M. Krasnitskii, I.A. Bobrenko, A.G. Shmidt, O.A. Matveichik // Plodorodie. – 2020. – No. 6 (117). – S. 40-44.

2. Zavalin A.A. Assotsiativnaia azotfiksatsiia i praktika primeneniia biopreparatov v posevakh selskokhoziaistvennykh kultur / A.A. Zavalin, A.A. Alferov, L.S. Chernova // Agrokimiia. – 2019. – No. 8. – S. 83-96.

3. Krasnitskii V.M., Bobrenko I.A., Shmidt A.G., Matveichik O.A. Dinamika podvizhnogo fosfora v pochvakh lesostepi Zapadnoi Sibiri // Plodorodie. – 2020. – No. 2 (113). – S. 57-60.

4. Agrokimiia: uchebnik / V.G. Mineev [i dr.]. – Moskva: Izd-vo VNIIA im. Prianishnikova, 2017. – 854 s.

5. Voronkova N.A. Biologicheskie resursy sokhraneniia plodorodiia chernozemov i povyshe-niia produktivnosti agrotsenozov v iuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: dis. ... d-ra s.-kh. nauk. – Omsk, 2011. – 412 s.

6. Uovershenstvovannaia agrotekhnologiia iarovoi pshenitsy na osnove primeneniia nekor-nevykh podkormok mikroelementami v khelatnoi forme i stimulatorami rosta v usloviakh iuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: rekomendatsii / N.A. Vo-ronkova i dr. – FGBNU «Omskii ANTs». – Omsk, 2020. – 24 s.

7. Shamanin V.P. Immunologicheskaja otsenka sortov iarovoi miagkoi pshenitsy selektsionnogo pitomnika KASIB / V.P. Shamanin, I.V. Pototskaia // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 2 (22). – S. 5-10.

8. Kochegarova N.F. Otyzvchivost sortov iarovoi pshenitsy na udobrenie i ispolzovanie ras-teniiami vnesennogo azota / N.F. Kochegarova // Sibirskii vestnik selskokhoziaistvennoi nauki. – 1988. – No. 2. – S. 9-12.

9. Kochegarova N.F. Sortovaia reaktsiia tverdoi pshenitsy na mineralnye udobreniia / N.F. Kochega-rova // Sibirskii vestnik selskokhoziaistvennoi nauki. – 1985. – No. 6. – S. 23-27.

10. Ozheredova A.Iu. Opredelenie doz mineralnykh udobrenii dlia dostizheniia planiruemoi urozhainosti sortov ozimoi pshenitsy na cherno-zeme vshchelochennom Stavropolskoi vozvshennosti: dis. ... kand. s.-kh. nauk / A.Iu. Ozheredova. – Stavropol, 2020. – 308 s.

