

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.5:631.86

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_3

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОФУНГИЦИДА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Владимир Николаевич Фомин¹✉, Алексей Михайлович Козин², Ильмир Ильфатович Мардиев³,
Рашид Гарафович Хуснутдинов⁴

1, 2, 3, 4 Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, Казань, Республика Татарстан,
Россия

1tipka2015@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0967-4194>

2kozina.svetlana@tatar.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4403-8866>

3ilmir.mardiev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4932-7541>

4husnutdinov.r.g@bionovatic.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0300-4897>

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы за счёт применения стимуляторов роста, микробиологических удобрений, биофунгицида в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый. Основным фактор, влияющий на продуктивность, урожайность, содержание клейковины, уровень рентабельности – макро- и микроудобрения, стимуляторы роста. Влияние препарата пекацид менее существенно. Применение стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в посевах озимой пшеницы повышало фотосинтетическую деятельность посевов, урожайность и качество зерна. Наибольшая урожайность (5,14 т/га) и прибавка (750 кг/га) получены при применении баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax). Несколько меньшая урожайность (5,03 т/га) получена при использовании четырехкомпонентной баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Organica S). На третьем месте вариант (Biodux + Organit P + Organit N + Пекацид), где с 1 га собрано 4,84 т/га. В вариантах баковых смесей, с применением пекацида, процент клейковины растет по сравнению с контролем. Применение препарата пекацид для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без применения препарата. Использование баковых смесей совместно с препаратом пекацид в посевах озимой пшеницы по сравнению с применением препаратов отдельно (2 и 3 варианты) более эффективно и способствует повышению чистого дохода и уровня рентабельности.

Ключевые слова: озимая пшеница, биопрепарат, стабилизатор рН воды, урожайность, фотосинтез, площадь листовой поверхности, качество зерна.

Для цитирования: Фомин В. Н., Козин А. М., Мардиев И. И., Хуснутдинов Р. Г.

Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от биопрепаратов и стабилизатора рН воды в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3.

С. 3–13. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_3

AGRICULTURE

Original article

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF WINTER WHEAT CROPS DEPENDING ON GROWTH STIMULANTS, MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS AND BIOFUNGICIDE IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Vladimir N. Fomin¹✉, Alexey M. Kozin², Ilmir I. Mardiev³, Rashit G. Husnutdinov⁴

1, 2, 3, 4Tatar Institute of Retraining of Agribusiness Personnel, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

1tipka2015@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-0967-4194>

2kozina.svetlana@tatar.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4403-8866>

3ilmir.mardiev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4932-7541>

4husnutdinov.r.g@bionovatic.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0300-4897>

The purpose of the research is to increase the yield of winter wheat using growth stimulants, microbiological fertilizers, biofungicide in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The soil of the experimental site is leached chernozem, medium loamy. The main factor affecting productivity, yield, gluten content, profitability level are macro- and micro-fertilizers, growth stimulants. The effect of Pekacid is less significant. The use of growth stimulants, microbiological fertilizers and biofungicide in winter wheat crops increased the photosynthetic activity of crops, yield and grain quality. The highest yield (5.14 t/ha) and an increase (750 kg/ha) were obtained using a tank mixture (Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax). A slightly lower yield (5.03 t/ha) was obtained using a four-component tank mixture (Biodux + Organit P + Organit N + Organica S). In third place is

the variant (Biodux +

Organit P + Organit N + Pekacid), where 4.84 t/ha was collected from 1 ha. In variants of tank mixtures, with the use of Pekacid, the percentage of gluten increases compared to the control. The use of Pekacid preparation for foliar top dressing contributed to an increase in yield in all variants of the experiment compared with variants without the use of the preparation. The use of tank mixtures together with the Pekacid preparation in winter wheat crops is more effective compared to the use of preparations separately (variants 2 and 3) and contributes to an increase in net income and profitability.

Keywords: winter wheat, biological preparation, water pH stabilizer, yield, photosynthesis, leaf surface area, grain quality.

For citation: Fomin, V. N., Kozin, A. M., Mardiev, I. I. & Husnutdinov, R. G. (2022). Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on growth stimulants, microbiological fertilizers and biofungicide in the conditions of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 3–13 (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_3

Фотосинтез является основным физиологическим процессом, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку за счет него образуется 90-95% сухого вещества растений. Фотосинтетическая активность растений озимой пшеницы служит биологической основой для формирования урожая. К основным показателям производственного процесса агрофитоценозов относятся площадь ассимилирующей поверхности, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза, которые тесно коррелируют с выходом биомассы [1]. Отмечено, что активная фотосинтетическая активность растений вызывает активацию микроорганизмов – азотфиксаторов и минерализаторов в ризосфере, в итоге обеспечивая увеличение притока доступных форм азота в корневые клетки [2]. Современные системы земледелия должны отвечать требованиям интенсификации и в то же время обеспечивать энерго- и ресурсосбережение без снижения продуктивности возделываемых культур, а также экологическую устойчивость агроценозов. Эти условия выполняются при использовании биологизированного земледелия, когда максимально используются все биологические факторы формирования урожайности сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы [3, 4]. Существует мнение, что в результате глобальной химизации в некоторых почвах определенные виды микроорганизмов находятся на грани исчезновения. Их место занимают микроорганизмы, нетипичные для почвообразующих процессов и эффективного взаимодействия с растениями [5]. Поэтому повышение биогенности почвы за счет интродукции полезных микроорганизмов в результате применения микробиологических препаратов актуально [6].

При ограниченных ресурсах влаги и минерального питания основным фактором, ограничивающим урожайность пшеницы, является недостаточное развитие листовой поверхности [7]. Площадь листьев должна быть оптимальной не только по размеру, но и по ходу роста с течением времени. Важно, чтобы площадь листа быстро достигала оптимального размера и оставалась активной в течение длительного времени. Чем дольше длится период работы листьев на формирование хозяйственно ценных органов, тем выше урожайность [8].

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы за счёт применения стимуляторов роста, микробиологических удобрений, биофунгицида в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Задачи исследований – изучить влияние стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в чистом виде и в баковых смесях на продуктивность, урожайность и качество

зерна озимой пшеницы; определить экономическую эффективность применения стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в чистом виде и в баковых смесях.

Материал и методы исследований. В течении трех лет (2019-2021 гг.) проводились исследования на полях хозяйства КФХ «Козина С. В.» Алексеевского муниципального района Республики Татарстан.

Схема опыта. Фактор А – Биопрепараты: 1. Контроль; 2. Stimax; 3. Biodux; 4. Biodux + Organit P + Organit N; 5. Biodux + Organica S; 6. Biodux + Organit P + Organit N + Organica S; 7. Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax.

Фактор В – Смягчитель воды: 1. Без пекацида (контроль); 2. Пекацид.

Минеральные удобрения рассчитывали расчетно-балансовым методом на получение 5 т/га зерна по результатам анализа почвы и местных коэффициентов выноса и использования питательных веществ из почвы и удобрений, предложенным для условий лесостепи А. А. Зиганшиным [9].

Нормы внесения удобрений по годам составили: 2019 г. – N105P115K112; 2020 г. – N110P120K112; 2021 г. – N103P115K110.

Почва опытного поля – выщелоченный чернозем. Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта: гумуса 5,7% (по Тюрину), азота щелочно-гидролизующего 83 мг/кг (по Корнфилду), подвижных форм фосфора 175 мг, обменного калия 149 мг/кг почвы (по Чирикову), pH солевой вытяжки 6,2 [10].

Агротехника в опыте, кроме изучаемых приемов, общепринятая для зоны [11]. Повторность опыта – трехкратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян. Предшественник – чистый пар. Весной после возобновления вегетации озимой пшеницы проводилась корневая подкормка аммиачной селитрой из расчета 100 кг/га в физическом весе. В фазу кущения проведена обработка посевов озимой пшеницы согласно схеме опыта.

В опыте проводили комплекс учетов и анализов, наблюдений за почвой и растениями, предусмотренных методикой [12]. Площадь листовой поверхности определяли в фазе кущения, выхода в трубку, колошения и молочной спелости методом замера длины и ширины листа с использованием переводного коэффициента.

Общая площадь делянки 108 м², учетная – 90 м². Расположение делянок систематическое. В опыте высевали сорт озимой пшеницы Скипетр.

Сорт Скипетр, оригинатор: А. М. Полетаев, Г. М. Полетаев. Разновидность лютеценс. Куст полустелющийся. Растение короткое, средней длины. Масса 1000 зерен 38-49 г. Вегетационный период 297-338 дней. Зимостойкость повышенная. Высота растений 79-96 см. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне стандарта. Сорт безостый, имеет высокую натуру зерна. Очень отзывчив на повышение агрофона. Хлебопекарные качества хорошие (белок 12,3-15,6%, клейковина 22,1-30,8%, ИДК 65-79 е.п.).

Краткая характеристика препаратов, использованных в полевом опыте.

Пекацид – новое минеральное растворимое удобрение, разработанное для умягчения воды и фертигации щелочно-карбонатных почв. В своем составе содержит 60% пентоксида фосфора (P₂O₅) и 20% оксида калия (K₂O). Сильно подкисляет воду (pH 2,2). Пекацид устраняет подщелачивание почвы, недоступность фосфора, повышает урожайность и качество культур за счет увеличения доступности макро- и микроэлементов путем поддержания оптимального почвенного и водного pH. Норма расхода – 0,1 кг/га [13].

Stimax – биостимулятор растений, созданный на основе морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, содержит свободные аминокислоты и полисахариды, а также сбалансированный набор макро- и микроэлементов. Применяется для регуляции и стимуляции необходимых физиологических процессов в растениях. Состав: азот общий 19%, фосфор водорастворимый (P₂O₅) 19%, калий (K₂O) 19%, магний (MgO) 2%, сера (SO₃) 1,6%, бор (B) 0,01%, железо (Fe) 0,08%, марганец (Mn) 0,04%, цинк (Zn) 0,02%, медь (Cu) 0,005%, молибден (Mo) 0,005%. Прилипатель Фертивант + 1% водный раствор образует стойкий однородный раствор. Плотность слеживания 1,25 г/мл. Кислотность (рН 1% раствора) 4,1-4,2. Электропроводность, ЕС, 0,63-0,68 мС/см. Максимальная растворимость в воде (t = 20°C) 36,5 г/100 мл. Норма расхода 0,3 л/га [14].

Biodux – комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*. Многоцелевой регулятор роста растений с иммуностимулирующими свойствами. Применяется при выращивании сельскохозяйственных культур всех видов во всех климатических зонах. Используется как при протравливании семенного материала, так и при опрыскивании по листу в течение всего вегетационного периода. Норма расхода – 3 мл/га [15].

Organit P – споры штамма *Bacillus megaterium* (титр не менее 1х10⁹ КОЕ/мл). Безопасное и эффективное микробиологическое удобрение, улучшающее минеральное питание растений за счет повышения биодоступности фосфора. Способствует мобилизации труднорастворимых соединений фосфора и калия в почве. Споры *Bacillus megaterium*, содержащиеся в продукте, при попадании в почву активизируются, колонизируют ризосферу культурных растений, проявляя свои полезные свойства в непосредственной близости от корней. В процессе своего роста клетки бактерии растворяют труднодоступные для растений органические и неорганические соединения фосфора. Норма расхода – 0,5 л/га [16].

Organit N – биологическое удобрение, улучшающее азотное питание растений. В основе – клетки штамма *Azospirillum zeae* (титр не менее 1х10⁹ КОЕ/мл). Препарат выпускается в форме жидкости. Основная функция препарата – улучшение азотного питания сельскохозяйственных культур за счет способности бактерий в составе биоудобрения фиксировать атмосферный азот, делая его доступным для растений. Позволяет улучшить ростовые характеристики культурных растений за счет синтеза ряда веществ фитогормональной природы. Норма расхода – 0,5 л/га [17].

Orgamica S – биологический фунгицид, содержащий в своей основе жизнеспособные споры *Bacillus amyloliquefaciens* (титр не менее 5х10⁹ КОЕ/мл). Препарат применяется для защиты от фитопатогенных грибов и повышения урожайности зерновых, овощных, технических, кормовых, плодовых и ягодных культур, а также декоративно-цветущих растений. Проявляет свои полезные свойства в непосредственной близости от корней и на поверхности листьев. При попадании в благоприятную среду обитания (увлажненная почва, поверхность растения) споры «прорастают», становясь метаболически активными вегетативными клетками, которые подавляют рост или полностью уничтожают вредоносные объекты посредством воздействия антибиотиков и гидролитических ферментов. Норма расхода – 0,5 л/га [18].

Результаты исследований. На формирование листовой поверхности влияют многие факторы, среди которых большое значение имеют метеорологические условия, уровень питания и комплекс мер по уходу за растениями.

Результаты трехлетних исследований показали заметное влияние стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида на увеличение площади листовой поверхности озимой пшеницы сорта Скипетр (табл. 1).

В среднем за три года исследований площадь листовой поверхности озимой пшеницы к фазе кущения колебалась от 22,17 до 26,17 тыс. м²/га. При использовании препарата Stimax её величина составила соответственно 23,2 и 22,8 тыс. м²/га. При использовании баковой смеси

(Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax) она возростала и составила 25,4 и 26,17 тыс. м2/га.

Таблица 1

Площадь листовой поверхности озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, 2019-2021 гг.

№	Вариант (Б)	Смягчител ь воды (А)	Площадь листовой поверхности, тыс. м2/га, в среднем за 2019-2021 гг.			
			кущени е	выход в трубку	колошен ие	молочная спелость
1	Контроль	без пекацида	22,17	41,33	44,43	27,00
		пекацид	22,60	42,40	45,47	27,80
2	Stimax	без пекацида	22,80	42,97	46,03	28,40
		пекацид	23,20	43,60	47,07	29,73
3	Biodux	без пекацида	23,00	43,80	46,83	29,83
		пекацид	23,20	44,67	47,77	30,40
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	24,33	45,03	48,27	31,87
		пекацид	24,53	46,57	49,30	32,53
5	Biodux + Organica S	без пекацида	23,93	44,47	47,83	31,60
		пекацид	24,07	46,03	48,67	32,03
6	Biodux + Organit P + Organit N + + Organica S	без пекацида	25,07	45,80	49,73	33,03
		пекацид	25,73	47,40	50,87	34,10
7	Biodux + Organit P + Organit N + + Organica S + Stimax	без пекацида	25,40	46,27	50,23	33,53
		пекацид	26,17	48,00	51,37	34,57
НСР05 Фактор А			123,79	5,37	5,49	15,45
НСР05 Фактор Б			90,63	31,36	91,86	68,76
НСР05 Фактор АБ			2,83	2,41	2,46	2,39

В вариантах с использованием Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax площадь листовой поверхности была выше, чем на контроле, соответственно, на 16,8 и 14,5%.

В фазе выхода в трубку площадь листовой поверхности увеличивалась и составила на контроле без пекацида – 41,33, с пекацидом 42,40 тыс. м²/га. При применении Biodux площадь листовой поверхности составила соответственно 43,8 и 44,67 тыс. м²/га. Наибольшей она была в 7 варианте при использовании пятикомпонентной баковой смеси (Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax) и составила без пекацида 46,27 тыс. м²/га и с пекацидом – 48,0 тыс. м²/га.

В фазе колошения площадь листовой поверхности несколько увеличилась, однако, закономерность осталась та же. В среднем за 3 года максимальная (48,67 тыс. м²/га) листовая поверхность была сформирована в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax).

К фазе молочной спелости из-за засыхания и опадания нижних листьев площадь листовой поверхности становилась ниже, однако закономерность сохранилась.

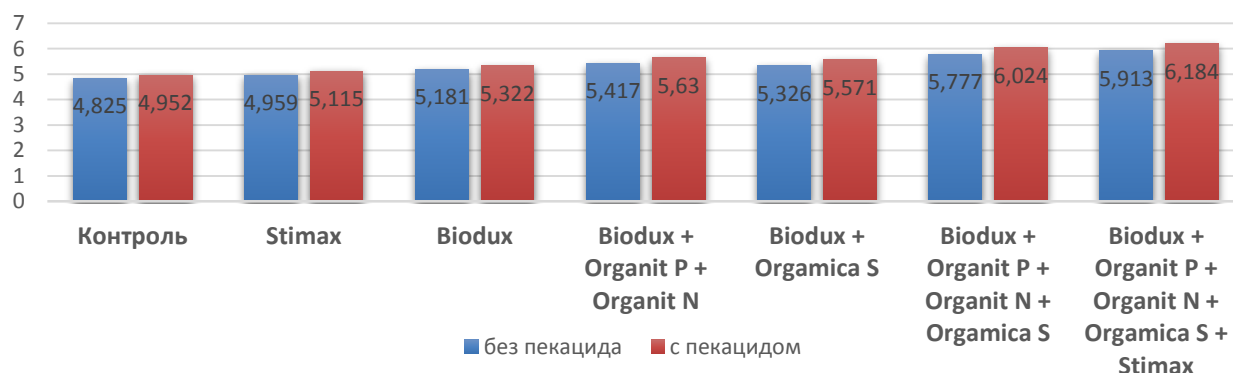
Использование стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида особенно в баковых смесях способствовало увеличению площади листовой поверхности во все годы исследований. Использование пекацида для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без пекацида (рис.1-4).

На контроле прибавка урожайности от пекацида составила 60 кг/га, в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax) – 110 кг/га. Высокие прибавки урожайности получены в варианте 5 (Biodux и Organica S) и 6 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S), где прибавка составила 100 кг/га.

Максимальная урожайность озимой пшеницы от внекорневой подкормки (5,14 т/га) получена в 7 варианте. На втором месте по урожайности 6 вариант, где с 1 га собрано 5,03 т/га, и на третьем месте по урожайности вариант 4, где с 1 га получено 4,84 т/га.

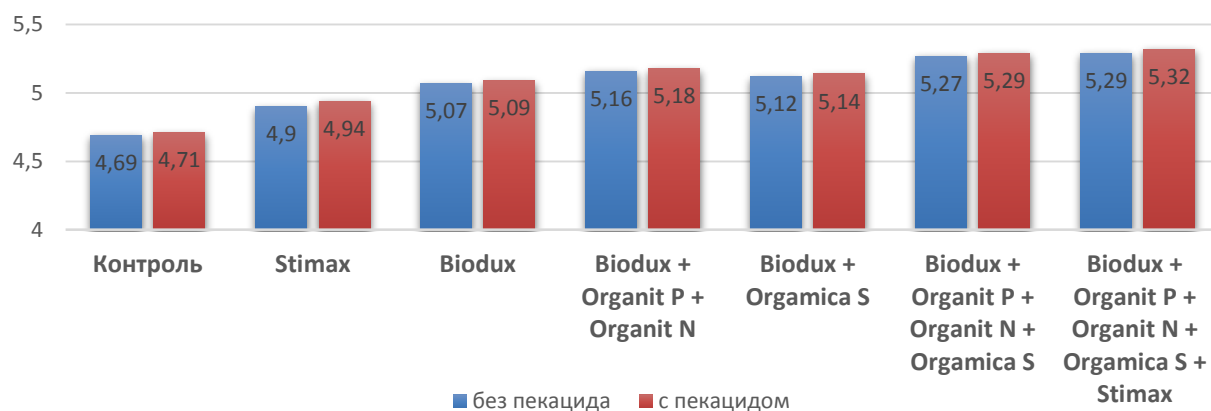
Различные схемы ухода за растениями повлияли и на структуру урожая (табл. 2). Практически во всех вариантах опыта использование пекацида положительно сказалось на элементах структуры урожая: массе зерна с 1 колоса, массе 1000 семян.

Максимальная масса зерна с 1 колоса была в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax). В данном варианте с использованием пекацида масса зерна с 1 колоса составила 0,918 г и масса 1000 семян – 39,86 г, а без пекацида, соответственно, 0,881 и 38,69 г. Несколько ниже эти показатели получены в 6 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S), где они составили, соответственно, с пекацидом 0,894 и 39,68 г, без пекацида – 0,869 и 39,27 г. Самые низкие показатели элементов структуры урожая были на контроле и составили соответственно – 0,804 и 37,43 г.



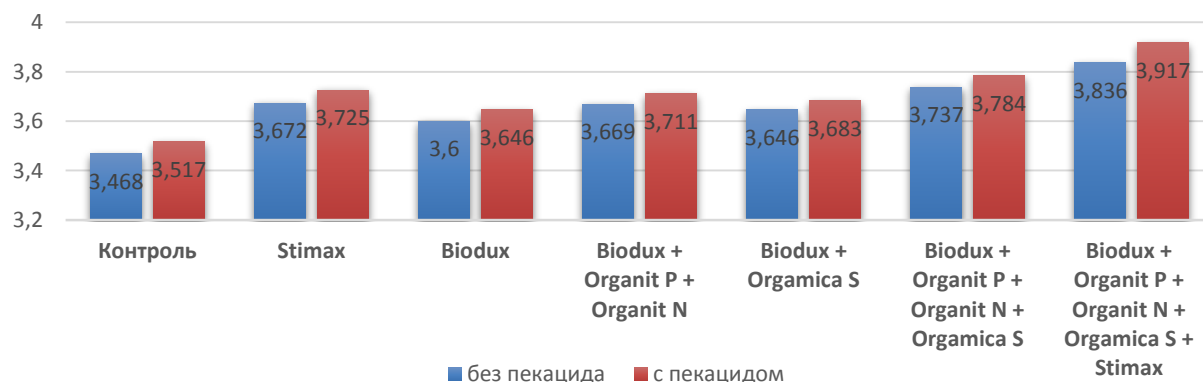
НСР05 Фактор А – 2189,03, НСР05 Фактор Б – 1474,82, НСР05 Фактор АБ – 6,21

Рис. 1. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2019 г.



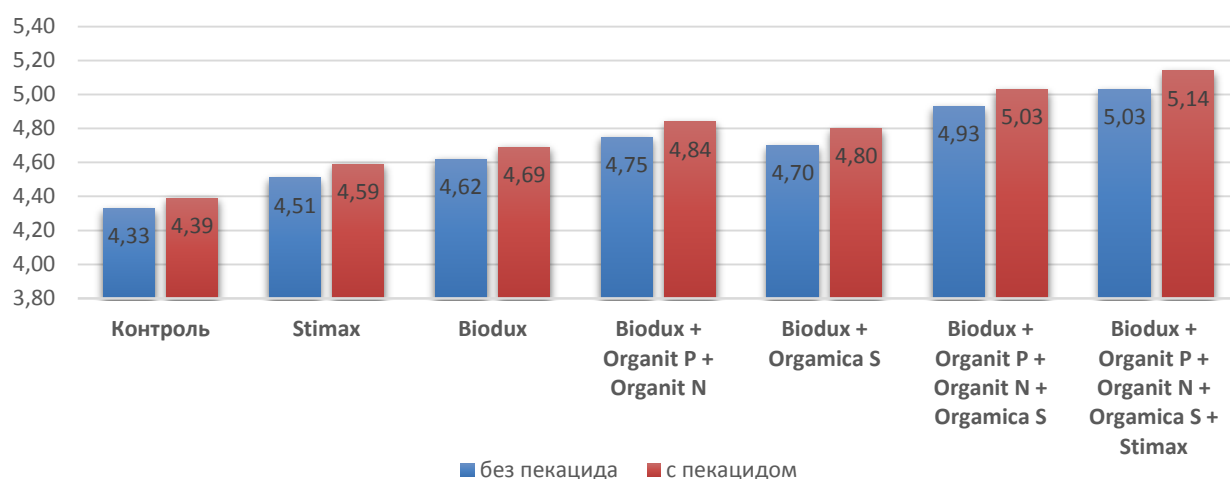
НСР05 Фактор А – 75,05, НСР05 Фактор Б – 13564,34, НСР05 Фактор АБ – 5,25

Рис. 2. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2020 г.



НСР05 Фактор А – 552,04, НСР05 Фактор Б – 184,97, НСР05 Фактор АБ – 2,84

Рис. 3. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2021 г.



НСР05 Фактор А – 4,81, НСР05 Фактор Б – 14,84, НСР05 Фактор АБ – 2,35

Рис. 4. Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, т/га, 2019-2021 гг.

Различные схемы ухода за растениями повлияли и на структуру урожая (табл. 2). Практически во всех вариантах опыта использование пекацида положительно сказалось на элементах структуры урожая: массе зерна с 1 колоса, массе 1000 семян. Максимальная масса зерна с 1 колоса была в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax). В данном варианте с использованием пекацида масса зерна с 1 колоса составила 0,918 г и масса 1000 семян – 39,86 г, а без пекацида, соответственно, 0,881 и 38,69 г. Несколько ниже эти показатели получены в 6 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S), где они составили, соответственно, с пекацидом 0,894 и 39,68 г, без пекацида – 0,869 и 39,27 г. Самые низкие показатели элементов структуры урожая были на контроле и составили соответственно – 0,804 и 37,43 г.

Таблица 2

Структура урожая озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от биопрепаратов и смягчителя воды, 2019-2020 гг.

№	Вариант	Смягчитель воды	Кол-во растений шт./м2	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м2	Продуктивная кустистость	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 семян, г
1	Контроль	без пекацида	344	548	1,64	21,44	0,804	37,43
		пекацид	346	547	1,64	21,43	0,814	37,87
2	Stimax	без пекацида	345	558	1,67	21,90	0,831	37,87

		пекацид	344	551	1,64	21,89	0,843	38,42
3	Biodux	без пекацида	351	567	1,67	21,89	0,838	38,16
		пекацид	349	568	1,67	21,84	0,845	38,54
4	Biodux + Organit P + + Organit N	без пекацида	353	574	1,64	21,83	0,845	38,60
		пекацид	346	573	1,71	22,04	0,861	38,77
5	Biodux + Organica S	без пекацида	344	566	1,71	21,67	0,847	38,86
		пекацид	353	574	1,67	21,85	0,849	38,62
6	Biodux + Organit P + + Organit N + Organica S	без пекацида	352	578	1,68	21,92	0,869	39,27
		пекацид	352	583	1,68	22,24	0,894	39,68
7	Biodux + Organit P + Organit N + + Organica S + Stimax	без пекацида	349	580	1,71	22,13	0,881	39,69
		пекацид	352	630	1,72	22,23	0,918	39,86

Внекорневые подкормки повлияли на количество растений и продуктивные стебли перед уборкой и на продуктивную кустистость.

Наибольшее количество растений (353) перед уборкой было в варианте 4 без пекацида (Biodux, Organit P, Organit N) и 5 с пекацидом (Biodux, Organica S). Наибольшее количество продуктивных стеблей (630) и самую высокую продуктивную кустистость (1,72) наблюдали в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax).

Биопрепараты и смягчитель воды оказали положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3

Качество зерна озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от биопрепаратов и смягчителя воды, 2019-2021 гг.

№	Вариант	Смягчитель воды	Клейковина, %	Прибавка, %		ИДК
				от препарата	от смягчителя воды	
1	Контроль	без пекацида	21,26	-	-	81,83
		пекацид	22,1	-	0,5	81,13
2	Stimax	без пекацида	22,8	1,2	-	78,67
		пекацид	23,7	1,6	0,9	79,13

3	Biodux	без пекацида	22,2	0,6	-	80,17
		пекацид	23,0	0,9	0,8	80,13
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	22,5	0,9	-	79,97
		пекацид	23,5	1,4	1,0	79,43
5	Biodux + Organica S	без пекацида	22,7	1,1	-	79,40
		пекацид	23,4	1,3	0,7	80,43
6	Biodux + Organit P + Organit N + Organica S	без пекацида	23,4	1,8	-	78,97
		пекацид	24,2	2,1	0,8	79,57
7	Biodux + Organit P + Organit N + Organica S + Stimax	без пекацида	24,3	2,7	-	78,33
		пекацид	25,0	2,9	0,7	79,13
НСП05 Фактор А			13,07			
НСП05 Фактор Б			63,58			

Максимальная прибавка клейковины получена в варианте 7 при использовании пекацида – 25,0 % и без пекацида 24,3 %. На контроле без пекацида содержание клейковины было 21,26 %, при применении пекацида оно увеличилось на 0,5 % и составило 22,1 %. Вторая позиция была у варианта 6 (применение комплекса микробиологических удобрений и биофунгицида при использовании пекацида). Массовая доля клейковины составила 24,2 %, прибавка – 2,1 % по сравнению с контролем. Третье место было у варианта 5 (совместное применение Biodux и Organica S при использовании смягчителя воды) – клейковина 23,4 % с прибавкой 1,3 %. По результатам исследований можно сделать вывод – в вариантах баковых смесей с применением пекацид процент клейковины растет по сравнению с контролем.

Производство любой сельскохозяйственной продукции невозможно без оценки экономической эффективности. В системе показателей эффективности производства зерна важное место занимают чистый доход, прибыль и рентабельность. Чистый доход – это разница между стоимостью сельскохозяйственной продукции и ее себестоимостью. Реализованный хозяйством чистый доход нередко называют прибылью. Прибыль представляет собой разницу между денежной выручкой, полученной от реализации продукции, и затратами на ее производство и реализацию (коммерческой себестоимостью). Помимо прибыли от реализованной продукции в отчетности применяется показатель чистого дохода, отражающий итоги всей хозяйственной деятельности [19, 20].

Рассмотрим экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы сорта Скипетр в среднем за 3 года (табл. 4). При производстве озимой пшеницы сорта Скипетр с применением баковых смесей совместно со смягчителем воды процент рентабельности возрастает, а

себестоимость зерна снижается несмотря на увеличение прямых затрат (табл. 4). Это объясняется тем, что при применении различных баковых смесей увеличивается урожайность культуры, что дает дополнительную прибыль и повышает рентабельность. Наибольшая рентабельность (93,9%) и прибыль (34,853 тыс. руб./га) получены в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S и Stimax).

На втором месте 6 вариант (Biodux, Organit P, Organit N, Orgamica S), где эти показатели составили, соответственно, 90,4% и 33,425 тыс. руб./га. Использование препаратов каждого в отдельности (2 и 3 варианты) менее рентабельно.

Таблица 4

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы, 2019-2021 гг.

№	Вариант	Стабилизатор pH воды	Урожайность, т/га	Прямые затраты, тыс.руб./га	Себестоимость зерна, тыс.руб./т	Прибыль, тыс.руб./га	Рентабельность, %
1	Контроль	без пекацида	4,33	35,678	8,634	24,941	69,9
		пекацид	4,39	35,737	8,659	25,723	72,0
2	Stimax	без пекацида	4,51	35,778	8,351	27,362	76,5
		пекацид	4,59	35,848	8,221	28,412	79,3
3	Biodux	без пекацида	4,62	35,970	8,196	28,710	79,8
		пекацид	4,69	36,040	8,089	29,620	82,2
4	Biodux + Organit P + Organit N	без пекацида	4,75	36,588	8,108	29,912	81,8
		пекацид	4,84	36,658	7,973	31,102	84,8
5	Biodux + Orgamica S	без пекацида	4,70	36,307	8,131	29,493	81,2
		пекацид	4,80	36,377	7,978	30,823	84,7
6	Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S	без пекацида	4,93	36,802	7,858	32,218	87,5
		пекацид	5,03	36,995	7,742	33,425	90,4
7	Biodux + Organit P + Organit N + Orgamica S + Stimax	без пекацида	5,03	36,913	7,725	33,507	90,8
		пекацид	5,14	37,107	7,599	34,853	93,9

Самая низкая прибыль (24,941 тыс. руб./га) и рентабельность (69,9 %) получены на контроле без применения пекацида.

Заключение. Использование стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида, особенно в баковых смесях, способствовало увеличению площади листовой поверхности во все годы исследований. В вариантах, где использовались Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax, площадь листовой поверхности выше, чем на контроле, соответственно, на 16,8 и 14,5%. Применение комплекса биопрепаратов и стабилизатора pH воды увеличивает активность и продолжительность работы ассимиляционного аппарата, улучшает элементы структуры урожая (массу зерна с 1 колоса, массу 1000 семян), повышает урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Использование пекацида для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без пекацида. На контроле прибавка урожайности от пекацида составила 60 кг/га, в варианте 7 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax) – 110 кг/га. Высокие прибавки урожайности получены в варианте 5 (Biodux и Organica S) и 6 (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S), где прибавка составила 100 кг/га.

Максимальная урожайность озимой пшеницы от внекорневой подкормки при использовании пекацида (5,14 т/га) получена при использовании 5-компонентной (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax) баковой смеси. На втором месте по урожайности 6 вариант, где с 1 га собрано 5,03 т/га, и на третьем – вариант 4, где с 1 га получено 4,84 т/га (при урожайности на контроле 4,39 т/га). Для баланса pH воды, для более эффективного проникновения и лучшей работы различных препаратов необходимо использовать стабилизатор pH воды (пекацид).

Практически во всех вариантах опыта использование пекацида положительно сказалось на элементах структуры урожая: массе зерна с 1 колоса, массе 1000 семян. Внекорневые подкормки положительно повлияли на количество растений, продуктивных стеблей перед уборкой и на продуктивную кустистость. Наибольшее количество растений перед уборкой (353) было в варианте 4 (Biodux, Organit P, Organit N) без пекацида и 5 (Biodux, Organica S) с пекацидом. Наибольшее количество продуктивных стеблей (630) и самую высокую продуктивную кустистость (1,72) наблюдали в 7 варианте (Biodux, Organit P, Organit N, Organica S и Stimax).

Биопрепараты и смягчитель воды оказали положительное влияние на качество зерна озимой пшеницы. В вариантах баковых смесей с применением пекацида процент клейковины растет по сравнению с контролем.

При производстве озимой пшеницы сорта Скипетр с применением баковых смесей совместно со смягчителем воды, процент рентабельности возрастает несмотря на снижение себестоимости зерна и увеличение затрат. Это объясняется тем, что при применении различных баковых смесей увеличивается урожайность культуры, что дает дополнительную прибыль.

Список источников

1. Гулянов Ю. А. Продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы // Земледелие. 2006. № 6. С. 30–31.
2. Умаров М. М. Значение несимбиотической азотфиксации в балансе азота в почве // Известия Академии наук СССР. 1982. №1. С. 92–105. Серия биологическая.
3. Lobkov V., Plygun S. Priority areas for developmept of agriculture at the present stage of scientific and technical progress // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. № 2. P. 3–9.
4. Парахин Н. В., Лобков В. Т., Кружков Н. К. и др. Биологизация земледелия в России. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2000.

5. Харченко А. Г. Новый ключ к восстановлению плодородия почвы [Электронный ресурс] // Зерно. 2012.
№ 9. Режим доступа: <http://www.zernoua.com/?p=14127>
6. Коростелёва Л. А., Кощяев А. Г. Основы экологии микроорганизмов. СПб.: Изд-во Лань, 2013.
7. Ермакова Н. В., Козлобаев В. В., Калмыкова О. С. Фотосинтетический потенциал озимой твердой, тургидной и мягкой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2008. №3–4 (18–19). С. 18–21.
8. Кадыров С. В., Федотов В. А. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник. – Воронеж, 2005.
9. Зиганшин А. А. Современные технологии и программирование урожайности. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2001.
10. Фомин В. Н., Хуснутдинов Р. Г., Мардиев И. И., Козин А. М. Влияние макро-и микроудобрений и кондиционера воды на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Закамья Республики Татарстан // Наука, технологии, кадры – основы достижений прорывных результатов в АПК: сборник материалов. Казань: ИП Мухамеева МС, 2021. Вып. 15. С. 236–248.
11. Зиганшин А. А. Современные технологии и программирование урожайности. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2001.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985.
13. Пекацид. Удобрения для растений. Агрохимикаты [сайт]. <https://veterra-rus.com/>. URL: <https://veterra-rus.com/image/catalog/icl/pekacid/pekacid.pdf>
14. Семена. Стимакс. Биостимулятор прорастания. Химикас Меристем [сайт]. www.quimicasmeristem.com/en/. URL: <https://www.quimicasmeristem.com/en/products/stimax-seeds/>
15. Biodux. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/biodux-biodux-organic>
16. Organit P. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-p-organit-p-organic>
17. Organit N. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-n-organit-n-organic>
18. Organica S. Бионоватик [сайт]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organica-s-organica-s-organic>
19. Макарец Л. И. Экономика сельскохозяйственной продукции. СПб., 2009.
20. Старченко И. В., Чабанный А. А. Методические подходы определения экономической эффективности при производстве зерна // Проблемы современной экономики : материалы IV Международной науч. конф. Челябинск: Два комсомольца, 2015. С. 98–101.

References

1. Gulyanov, Yu. A. (2006). Productivity of photosynthesis of winter wheat. Zemledelie (Zemledelie), 6, 30–31
(in Russ.).

2. Umarov, M. M. (1982). The significance of non-symbiotic nitrogen fixation in the nitrogen balance in the soil. *Izvestiya Akademii nauk SSSR (Proceedings of the USSR Academy of Sciences)*, 1, 92–105. The series is biological (in Russ.).
3. Lobkov, V. & Plygun, S. (2012). Priority areas for development of agriculture at the present stage of scientific and technical progress. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2, 3–9.
4. Parakhin, N. V., Lobkov, V. T., Kruzhkov, N. K. et al. (2000). *Biologization of agriculture in Russia*. Orel: Publishing house Orel GAU (in Russ.).
5. Kharchenko, A. G. (2012). A new key to restoring soil fertility. *Zerno (Grain)*, 9. Retrieved from: <http://www.zernoua.com/?p=14127> (in Russ.).
6. Korosteleva, L. A. & Koschaev, A. G. (2013). *Fundamentals of the ecology of microorganisms*. St. Petersburg: Lan Publishing House (in Russ.).
7. Ermakova, N. V., Kozlobaev, V. V. & Kalmykova, O. S. (2008). Photosynthetic potential of winter hard, turgid and soft wheat in the conditions of the forest-steppe of the CCR. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of Voronezh State Agrarian University)*, 3–4 (18–19), 18–21 (in Russ.).
8. Kadyrov, S. V. & Fedotov, V. A. *Technologies of programmed harvests in the CCR. Voronezh, 2005* (in Russ.).
9. Ziganshin, A. A. (2001). *Modern technologies and yield programming*. Kazan: Publishing House of Kazan University (in Russ.).
10. Fomin, V. N., Khusnutdinov, R. G., Mardiev, I. I. & Kozin, A. M. (2021). The influence of macro- and micro fertilizers and water conditioner on the yield and quality of winter wheat grain in the conditions of the Zakamye Republic of Tatarstan. *Science, technology, personnel – fundamentals of achievements breakthrough results in the agro-industrial complex '21: a collection of materials*. (pp. 236–248). Kazan: IP Mukhameeva M. S. (in Russ.).
11. Ziganshin, A. A. (2001). *Modern technologies and yield programming*. Kazan: Publishing House of Kazan University (in Russ.).
12. Dospekhov, B. A. (1985). *Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results*. 5th ed., reprint. and additional. M.: Agropromizdat (in Russ.).
13. Pekacid. Fertilizers for plants. Agrochemicals [website]. <https://veterra-rus.com/>. URL: <https://veterra-rus.com/image/catalog/icl/pekacid/pekacid.pdf>
14. Seeds. Stimax. Biostimulator of germination. Chemica Meristem [website]. www.quimicasmeristem.com/en/. URL: <https://www.quimicasmeristem.com/en/products/stimax-seeds/>
15. Biodux. Bionovatik [website]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/biodux-biodux-organic>
16. Organit P. Bionovatik [website]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-p-organit-p-organic>
17. Organit N. Bionovatik [website]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organit-n-organit-n-organic>
18. Organica S. Bionovatik [website]. <https://bionovatic.ru/>. URL: <https://bionovatic.ru/catalog/organica-s-organica-s-organic>
19. Makarets, L. I. (2009). *Economics of agricultural products*. St. Petersburg (in Russ.).

20. Starchenko, I. V. & Chabanniy, A. A. (2015). Methodological approaches to determining economic efficiency in grain production. Problems of modern economics '15: materials of the IV International Scientific Conference. (pp. 98–101). Chelyabinsk: Two Komsomolets (in Russ.).

Информация об авторах:

В. Н. Фомин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. М. Козин – аспирант;

И. И. Мардиев – аспирант;

Р. Г. Хуснутдинов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

V. N. Fomin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

A. M. Kozin – post-graduate student;

I. I. Mardiev – post-graduate student;

R. G. Husnutdinov – Candidate of Agricultural Sciences, associate professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.04.2022; одобрена после рецензирования 16.05.2022; принята к публикации 19.06.2022.

The article was submitted 11.04.2022; approved after reviewing 16.05.2022; accepted for publication 19.06.2022.