

Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 19–29.

Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2022. № 2. P. 19–29.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631. 5:631.86

doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_19 EDN: OAUGFB 

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ
И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ И
КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Владимир Николаевич Фомин¹, Алексей Михайлович Козин², Ильмир Ильфатович Мардиев³,
Рашит 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 и качества зерна озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2018-2020 гг. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Установлено, что основным фактором, влияющим на повышение урожайности, содержание клейковины, водный режим почвы и коэффициент водопотребления, являются макро-, микроудобрения и стимуляторы роста. Влияние смягчителя воды менее существенно. Наибольшая урожайность озимой пшеницы (5,264 т/га) получена при использовании баковой смеси (Стимакс + Нутривант + Карбамид) с одновременным применением пекацида (на 19,4% выше, чем на контроле). Прибавка от препаратов на данном варианте составила 856 кг/га, от применения кондиционера – 125 кг/га. На втором месте вариант Нутривант + Карбамид, где при использовании пекацида с 1 га получено 5,127 т/га; на третьем – баковая смесь Стимакс + Карбамид, где с 1 га собрано 4,491 т/га, что выше, чем на контроле, соответственно, на 16,3 и 12,1%. Применение каждого препарата отдельно (2, 3, 4 варианты) и использование их в двойных смесях снижало урожайность по сравнению с баковой смесью, состоящей из трех компонентов (Стимакс + Нутривант + Карбамид). Применение кондиционера воды (пекацида) для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без пекацида. Максимальная урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр (5,264 т/га) и наибольшее содержание клейковины (26,7%) в опыте в среднем за четыре года получены в

восьмом варианте (Стимакс + Нутривант + Карбамид). Себестоимость зерна в данном варианте составила 7,335 тыс. руб./т, рентабельность – 108,2%. Использование препаратов в чистом виде и в двойных баковых смесях менее эффективно.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, стимуляторы роста, удобрения, запас продуктивной влаги, коэффициент водопотребления, содержание клейковины.

Для цитирования: Фомин В. Н., Козин А. М., Мардиев И. И., Хуснутдинов Р. Г. Влияние различных схем применения макро- и микроудобрений и стимуляторов роста на водный режим почвы, водопотребление, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №2. С. 19–29. doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_19

AGRICULTURE

Original article

INFLUENCE OF VARIOUS APPLICATION SCHEMES OF MACRO- AND MICRO-FERTILIZERS AND GROWTH STIMULANTS ON SOIL WATER REGIME AND CONSUMPTION, WINTER WHEAT GRAIN YIELD AND ITS CLASS

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

1, 2, 3, 4 Tatar 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 research purpose is to increase the yield and winter wheat grain class within the conditions of the Middle Volga forest-steppe region. The studies were conducted between the periods of 2018-2020. The soil of the experimental research is leached middle loamy black one. It was established that the main factor influencing the increase of yield, gluten content, water regime and consumption coefficient is

macro-, micro-fertilizers and growth stimulants. The effect of water softener is less significant. The highest winter wheat yield (5.264 t/ha) was obtained using a tank mixture (Stimax + Nutrient + Carbamide) with simultaneous pecacid use (19.4% higher than compared to the control). The increase due to the preparations for this variant was 856 kg/ha, and an air conditioner use amounted to – 125 kg/ha. The mixture Nutrient + Carbamide ranks second where 5.127 t/ha was obtained using pecacid from 1 ha; tank mixture Stimax + Nutrient was placed third where 4,491 t/ha was collected from 1 ha, which is higher than from the control area, respectively, by 16.3 and 12.1%. The use of each drug separately (2, 3, 4 variants) and their use in double mixtures reduced the yield compared to the tank mixture consisting of three components (Stimax + Nutrient + Carbamide). The use of a water conditioner (pecacid) for foliar top dressing contributed to an increase in yield for all experiments compared with variants without pecacid use. The maximum yield of the Scepter winter wheat (5.264 t/ha) and the highest gluten content (26.7%) in the experiment for an average of four years were obtained on the eighth variant (Stimax + Nutrivant + Carbamid). The cost of grain due to this variant amounted to 7.335 thousand rubles/ton, profitability – 108.2%. The use of pure drugs and in double tank mixtures is less effective.

Keywords: winter wheat, yield, growth stimulants, fertilizers, productive moisture reserve, water consumption coefficient, gluten content.

For citation: Fomin, V. N., Kozin, A. M., Mardiev, I. I. & Husnutdinov, R. G. (2022). Influence of various application schemes of macro- and micro-fertilizers and growth stimulants on soil water regime and consumption, winter wheat grain yield and its class. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 19–29 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_19

В решении проблемы продовольственной безопасности особая роль принадлежит пшенице. Среди зерновых культур пшеница является основным продуктом питания в 43 странах мира, что составляет 35% населения Земного шара [1].

Она отличается высокими урожаями зерна при хорошем его качестве, так как почти на одну треть обеспечивает суточную потребность организма человека в энергетическом материале и почти на одну четверть – в белковых веществах.

Озимая пшеница обладает большими потенциальными возможностями, благодаря более полному использованию осенне-зимних запасов влаги и ее способности противостоять ранней летней засухе.

В Республике Татарстан в 2020 г. озимая пшеница высевалась на площади 362,4 тыс. га, с 1 га собрано 44,8 ц/га [2]. Важная роль в обеспечении стабильного производства высококачественного зерна озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья принадлежит макро- и микроудобрениям, биопрепаратам и биопестицидам [3, 4, 5]. В настоящее время они являются одним из главных элементов в технологии выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих получение высокого урожая с хорошим качеством зерна [6, 7]. Однако эффективность их использования зависит от конкретных природных и агротехнических условий, сорта, оптимальности доз удобрений, которые главным образом определяют величину и стабильность урожаев [8, 9].

Вносить удобрения нужно так, чтобы повысить оплату 1 кг д.в. удобрений и получить прибыль, не нанося при этом ущерба окружающей среде [10, 11].

В условиях современного земледелия и высоких цен на минеральные удобрения в технологии возделывания озимой пшеницы важная роль принадлежит биопрепаратам и биопестицидам [12,13,14].

В связи с этим актуальным является изучение комплексного воздействия различных схем применения макро- и микроудобрений и стимуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы [15, 16].

Цель исследований – повышение урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Задачи исследований – разработать схемы применения макро- и микроудобрений, регуляторов роста и кондиционера воды на водный режим почвы, водопотребление, плановую урожайность зерна 5 т/га и качество зерна озимой пшеницы; изучить влияние удобрений и препаратов как в чистом виде, так и при использовании в двух- и трехкомпонентных смесях на рост, развитие растений, водный режим почвы, водопотребление, урожайность и качество зерна озимой пшеницы; определить экономическую эффективность применения агротехнических приемов.

Материал и методы исследований. Исходя из поставленной цели в течение четырех лет (2018-2021 гг.) провели полевые исследования.

Схема опыта. Фактор А – Смягчитель воды: 1. Без пекацида; 2. Кондиционер воды (пекацид).

Фактор Б – Микроэлементы и стимуляторы роста: 1. Контроль; 2. Стимакс; 3. Нутривант; 4. Карбамид; 5. Стимакс + Нутривант; 6. Стимакс + Карбамид; 7. Нутривант + Карбамид; 8. Стимакс + Нутривант + Карбамид.

Минеральные удобрения вносили на получение 5 т/га зерна. Расчет вели расчетно-балансовым методом согласно результатам анализа почвы и коэффициентам выноса и использования питательных веществ из почвы и удобрений, предложенных для условий Среднего Поволжья А. А. Зиганшиным [17].

Нормы внесения удобрений по годам составили: 2018 г. – N107, P115, K112; 2019 г.– N105, P115, K112; 2020 г. – N110, P120, K112; 2021 г. – N103, P115, K110.

Почва опытного участка – выщелоченный чернозем. Перед закладкой опыта почва содержала: гумуса 5,7% (по Тюрину), азота щелочно-гидролизуемого 83 мг/кг (по Корнфилду), подвижных форм фосфора 175 мг, обменного калия 149 мг/кг почвы (по Чирикову), рН солевой вытяжки 6,2 [18].

Агротехника – общепринятая для зоны. Повторность опыта – трехкратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян. Предшественник – чистый пар. Весной после возобновления вегетации проводилась корневая подкормка аммиачной селитрой из расчета 100 кг/га в физическом весе. В фазу кущения была проведена обработка посевов озимой пшеницы согласно схеме опыта [19].

В опыте проводили комплекс учетов и анализов, предусмотренных методикой [20, 21].

Учетная площадь делянки – 90 м², общая 108 м². Расположение делянок систематическое.

В опыте высевали сорт озимой пшеницы Сkipетр.

Краткая характеристика препаратов, использованных в полевом опыте.

Пекацид – минеральное растворимое удобрение. В своем составе он содержит 60% пентоксида фосфора (P₂O₅) и 20% оксида калия (K₂O). Норма расхода – 0,1 кг/га.

Нутривант – гранулированные и микрокапсулированные комплексные удобрения с микроэлементами. Препаративная форма всех удобрений Нутривант – водорастворимый порошок (ВРП). Состав: экстракт водорослей *Ascophyllum nodosum* 12%; общий азот (N) 1,2%; органический азот (N) 0,2%; мочевиновый азот (N) 1%; марганец (Mn), хелат EDTA 0,5%; цинк (Zn), хелат EDTA 0,5%; железо (Fe), хелат DTPA 1%; pH (1% раствора) 6. Норма расхода 2 кг/га.

Стимакс – биостимулятор растений, созданный на основе экстракта морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, содержит свободные аминокислоты и полисахариды, а также сбалансированный набор макро- и микроэлементов. 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 гомогенный раствор; плотность слеживания, г/мл 1,25; кислотность (pH 1% раствора) 4,1-4,2; максимальная растворимость в воде (t = 20°C) 36,5 г/100 мл. Норма расхода 0,35 кг/га.

В целом погодные условия в годы исследований отражали особенности климата. Благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы были погодные условия 2018-2019 годов. Условия вегетации 2019-2020 годов можно характеризовать как умеренные, в 2017-2018 гг. они были средними и в 2020-2021 гг. – удовлетворительными.

Результаты исследований. Среди факторов окружающей среды, влияющих на развитие озимой пшеницы, важную роль играют тепло и влага, которые часто лимитируют продуктивность культуры.

Озимая пшеница – культура, очень требовательна к влаге. Хорошее кущение осенью наблюдается при влажности почвы не менее 30 мм доступной влаги в пахотном слое почвы. Критическими периодами у озимой пшеницы по влаге является фаза выхода в трубку – колошение. Важную роль в формировании и получении урожая озимой пшеницы играют и весенне-летние осадки.

Различные схемы ухода за растениями оказали влияние как на суммарное водопотребление, так и на коэффициент водопотребления (табл. 1; рис. 1-4).

Таблица 1

Суммарное водопотребление посевами озимой пшеницы, м³/га

№	Варианты	Кондиционер (смягчитель воды)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1	Контроль	без пекацида	2480	2150	2330	1990
		пекацид	2500	2200	2390	2000
2	Стимакс	без пекацида	2480	2170	2340	2050
		пекацид	2490	2190	2350	2060
3	Нутривант	без пекацида	2520	2190	2360	2020
		пекацид	2510	2200	2370	2030
4	Карбамид	без пекацида	2520	2200	2340	2070
		пекацид	2520	2220	2360	2090

5	Стимакс + Нутривант	без пекацида	2530	2200	2350	2100
		пекацид	2550	2200	2380	2130
6	Стимакс + Карбамид	без пекацида	2580	2240	2360	2080
		пекацид	2630	2260	2420	2080
7	Нутривант + Карбамид	без пекацида	2560	2230	2440	2120
		пекацид	2600	2230	2450	2130
8	Стимакс + Нутривант + Карбамид	без пекацида	2610	2230	2430	2150
		пекацид	2640	2230	2440	2140

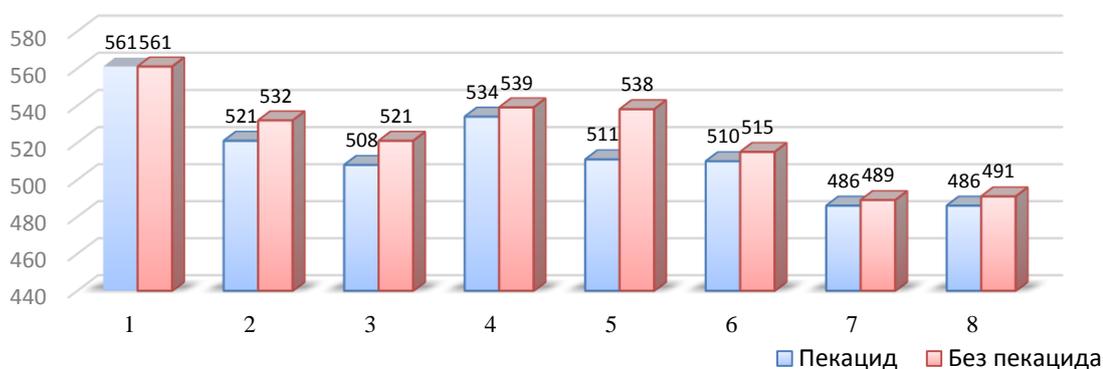


Рис. 1. Коэффициент водопотребления, м3/т, 2018 г.:

1 – Контроль; 2 – Стимакс; 3 – Нутривант; 4 – Карбамид; 5 – Стимакс + Нутривант;
6 – Карбамид + Стимакс; 7 – Нутривант + Карбамид; 8 – Стимакс + Нутривант + Карбамид

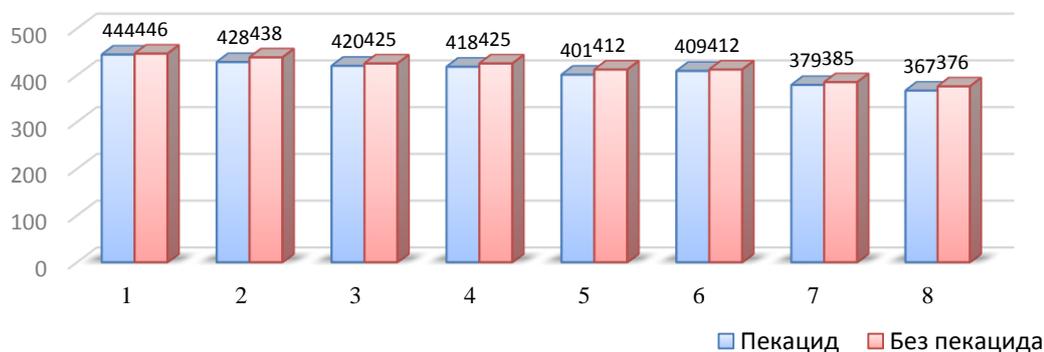


Рис. 2. Коэффициент водопотребления, м3/т, 2019 г.:

1 – Контроль; 2 – Стимакс; 3 – Нутривант; 4 – Карбамид; 5 – Стимакс + Нутривант;

6 – Карбамид + Стимакс; 7 – Нутривант + Карбамид; 8 – Стимакс + Нутривант + Карбамид

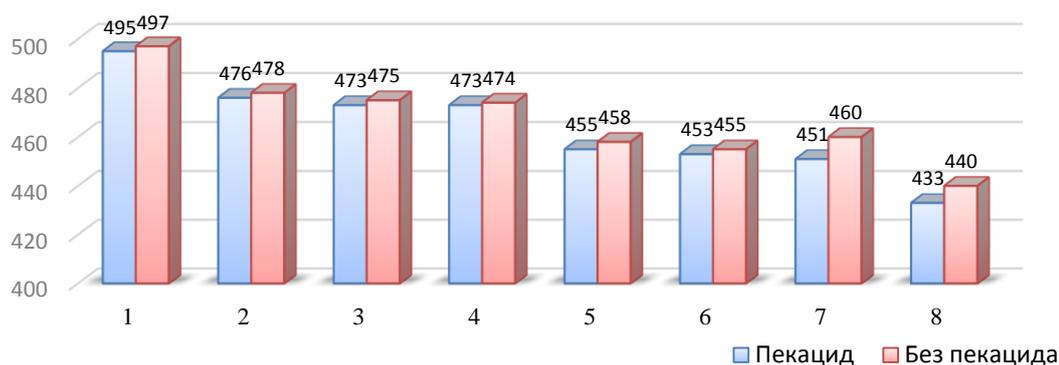


Рис. 3. Коэффициент водопотребления, м³/т, 2020 г.:

1 – Контроль; 2 – Стимакс; 3 – Нутривант; 4 – Карбамид; 5 – Стимакс + Нутривант;

6 – Карбамид + Стимакс; 7 – Нутривант + Карбамид; 8 – Стимакс + Нутривант + Карбамид

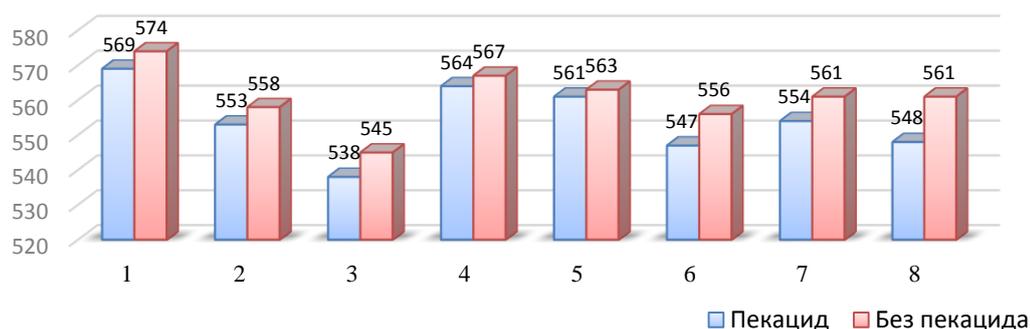


Рис. 4. Коэффициент водопотребления, м³/т, 2021 г.:

1 – Контроль; 2 – Стимакс; 3 – Нутривант; 4 – Карбамид; 5 – Стимакс + Нутривант;

6 – Карбамид + Стимакс; 7 – Нутривант + Карбамид; 8 – Стимакс + Нутривант + Карбамид

В результате проведенных исследований установлено, что чем выше урожайность, тем меньше запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см. В вариантах, где использовались баковые смеси, состоящие из двух и трех компонентов, происходит увеличение урожайности по сравнению с контролем, что приводит к уменьшению запасов продуктивной влаги в почве.

В 2018 г. суммарное водопотребление колебалось от 2480 до 2640 м³/га. Самым наименьшим этот показатель был в варианте контроль (без пекацида) – 2480 м³/га, с пекацидом – 2500 м³/га, наибольшим – в варианте, где использовалась баковая смесь Стимакс + Нутривант + Карбамид, с пекацидом – 2640 м³/га, без пекацида – 2610 м³/га. Это обусловлено тем, что в данных вариантах получена наибольшая урожайность.

В 2019 г. суммарное водопотребление колебалось от 2150 до 2260 м3/га. Самым наименьшим этот показатель был в варианте контроль (без пекацида) 2150 м3/га, наибольшим – в варианте 6 (Карбамид + Стимакс) с пекацидом – 2260 м3/га. В этом году также прослеживается зависимость величины суммарного водопотребления от урожайности.

В 2020 г. суммарное водопотребление было несколько выше, однако закономерность осталась та же. Самым низким суммарное водопотребление было в засушливом 2021 г. и колебалось от 2000 до 2140 м3/га (с использованием пекацида) и без пекацида – 1990-2150 м3/га.

Результаты четырехлетних исследований показали, что при использовании стимуляторов роста микроудобрений коэффициент водопотребления ниже, и растения экономнее используют влагу. Если на контроле без пекацида коэффициент водопотребления составил в 2018 г. 561 м3/т, то в 8 варианте (Стимакс + Нутривант + Карбомид) – 491 м3/т, в 2019 г. эти показатели составили соответственно 446 и 376 м3/т, в 2020 г. – 497 и 440 м3/т и в 2021 г. – 574 и 561 м3/т. Это еще раз подтверждает положительную роль карбамида, стимулятора и нутриванта. При использовании стимуляторов роста макро- и микроудобрений в разных сочетаниях эффективность их повышается, и растения используют более экономно влагу по сравнению с контролем. В баковых смесях, состоящих из двух компонентов (5, 6, 7 варианты), коэффициенты водопотребления ниже по сравнению с вариантами, где использовались препараты и удобрения отдельно.

Урожайность озимой пшеницы – это интегральный показатель продуктивности растений, результат взаимодействия всех количественных признаков растений и окружающей среды. Увеличение урожайности является важным критерием эффективности технологии возделывания зерновых культур. В опытах она зависела как от изучаемых агротехнических приемов, так и от складывающихся погодных условий в период вегетации (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от кондиционера воды, стимулятора роста и микроэлементов, 2018-2021 гг., т/га

№	Варианты	Кондиционер (смягчитель воды)	Урожайность, т/га					Прибавка, кг/га	
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	в средн ем за 4 года	от препар ата	от кондицио нера
1	Контроль	без пекацида	4,420	4,825	4,690	3,468	4,351	-	-
		пекацид	4,453	4,952	4,710	3,517	4,408	-	57
2	Стимакс	без пекацида	4,661	4,959	4,900	3,672	4,548	197	-
		пекацид	4,775	5,115	4,940	3,725	4,639	231	91
3	Нутриван т	без пекацида	4,833	5,157	4,970	3,704	4,666	315	-
		пекацид	4,933	5,242	5,010	3,771	4,739	331	73

4	Карбами Д	без пекацида	4,678	5,176	4,940	3,648	4,611	260	-
		пекацид	4,716	5,316	4,990	3,702	4,681	273	70
5	Стимакс + Нутриван т	без пекацида	4,967	5,339	5,130	3,729	4,796	445	-
		пекацид	4,987	5,492	5,230	3,798	4,877	469	81
6	Стимакс + Карбами Д	без пекацида	5,011	5,432	5,190	3,739	4,843	492	-
		Пекацид	5,151	5,531	5,280	3,802	4,941	533	98
7	Нутриван т + Карбами Д	без пекацида	5,237	5,794	5,300	3,779	5,028	677	-
		пекацид	5,347	5,888	5,430	3,844	5,127	719	99
8	Стимакс + Нутриван т + Карбами Д	без пекацида	5,319	5,928	5,520	3,830	5,149	798	-
		пекацид	5,427	6,081	5,640	3,908	5,264	856	125

НСР05 Фактор А

92,2

(кондиционер)

137,

407,6

28,45

8

Фактор Б (варианты)

4,38

387,7

402,1

159,9

Учет урожая озимой пшеницы показал, что использование трехкомпонентной баковой смеси Стимакс + Нутривант + Карбамид с одновременным применением пекацида позволило получить в среднем за четыре года 5,264 т/га, что выше по сравнению с аналогичным вариантом на контроле на 19,4%. Прибавка от препаратов на данном варианте составила 856 кг/га, от применения кондиционера – 125 кг/га. На втором месте вариант Нутривант + Карбамид, где с 1 га получено при использовании пекацида 5,127 т/га, на третьем – Стимакс + Карбамид, где с 1 га собрано 4,491 т/га, что выше, чем на контроле, соответственно, на 16,3 и 12,1%. Применение каждого препарата отдельно (2, 3, 4 варианты) и использование их в двойных смесях (5, 6, 7 варианты) снижало урожайность по сравнению с 8 вариантом (Стимакс + Нутривант + Карбамид).

Применение кондиционера воды (пекацида) для внекорневой подкормки способствовало увеличению урожайности во всех вариантах опыта по сравнению с вариантами без пекацида. На контроле прибавка урожайности от пекацида составила 57 кг/га. Наибольшая прибавка (125 кг/га) урожая была в 8 варианте (Стимакс + Нутривант + Карбамид). На втором месте был вариант, где использовался Нутривант + Карбамид (прибавка 99 кг/га) и на третьем варианте (Стимакс + Карбамид) она составила 98 кг/га.

Урожайность озимой пшеницы варьировала по годам, наибольшая урожайность была получена в 2019 году и на фоне без пекацида в зависимости от препаратов и их смесей она составила 4,825-

5,928 т/га, на фоне пекацида при расчете удобрений на 5,0 т/га – 4,952-6,081 т/га. Наименьшая урожайность в опыте была получена в 2021 г. и составила на контроле без пекацида 3,468 т/га.

Результаты четырехлетних исследований (2018-2021 гг.) показали, что эффективность обработки при уходе за посевами повышается при использовании баковых смесей, что позволяет повысить урожайность и сократить затраты на один гектар.

Применение макро- и микроэлементов, стимуляторов роста и смягчителя оказали положительное влияние и на качество зерна озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3

Качество зерна озимой пшеницы сорта Скипетр в зависимости от кондиционера воды, стимулятора роста и микроэлементов, 2018-2021 гг.

№	Варианты	Кондиционер (смягчитель воды)	Содержание клейковины, %				Показатель ИДК			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1	Контроль	без пекацида	24,9	20,0	18,2	26,6	79,8	80,5	77,9	87,1
		пекацид	25,6	21,1	18,3	27,0	79,2	79,6	77,1	86,7
2	Стимакс	без пекацида	25,8	21,0	19,1	28,2	73,5	75,4	75,2	85,4
		пекацид	26,1	22,5	19,7	28,8	73,3	75,4	76,7	85,3
3	Нутриван т	без пекацида	25,7	22,4	19,7	28,9	73,1	76,3	76,8	84,8
		пекацид	26,2	23,9	20,8	29,4	72,4	76,4	76,4	84,7
4	Карбами д	без пекацида	26,1	21,8	20,1	28,8	74,7	78,3	78,4	83,6
		пекацид	26,4	23,6	21,1	29,2	74,1	76,0	76,5	83,5
5	Стимакс + Нутриван т	без пекацида	26,2	21,8	20,0	29,5	74,1	77,2	77,1	84,4
		пекацид	26,6	23,9	20,5	30,1	73,7	77,5	77,0	84,1
6	Стимакс + Карбами д	без пекацида	26,4	21,9	20,5	29,7	75,3	79,0	78,6	84,5
		пекацид	26,7	24,1	21,8	31,0	74,5	76,9	77,1	84,2
7	Нутриван т + Карбоми д	без пекацида	26,5	22,3	20,7	30,4	74,1	78,0	76,3	82,3
		пекацид	26,9	24,3	21,7	31,3	73,8	76,4	76,9	82,2
8	Стимакс + Нутриван т + Карбами д	без пекацида	27,3	23,2	21,1	30,7	73,2	75,4	75,8	81,9
		пекацид	27,8	25,1	22,2	31,5	72,3	75,3	75,9	81,6

Приведенные экспериментальные данные в среднем за четыре года показывают, у озимой пшеницы сорта Скипетр от препарата максимальная прибавка клейковины получена в восьмом варианте (Стимакс + Нутривант + Карбомид) при использовании пекацида. Если на контроле без пекацида содержание клейковины было 22,4 %, то при использовании пекацида оно увеличилось на 0,6 % и составило 23,0 %.

При использовании Стимакса оно составило соответственно 23,6 и 24,3 %, Нутриванта – 24,2 и 25,1%, Карбамида – 24,2 и 25,1%. Максимальное (26,7%) содержание клейковины было в 8 варианте при использовании баковой смеси Стимакс + Нутривант + Карбомид и применении кондиционера.

Прибавка клейковины в вариантах с кондиционером по сравнению с контролем при использовании Стимакса составила 1,3 %, Нутриванта – 2,1%, Карбамида – 2,1%. В вариантах баковых смесей (5, 6, 7 и 8 варианты) она была выше и составила соответственно 2,3, 2,9, 3,1 и 3,7 %. Максимальная (3,7%) прибавка клейковины была в 8 варианте при использовании баковой смеси Стимакс + Нутривант + Карбомид и кондиционера воды. В период исследований самым максимальным (31,7%) содержание клейковины было в жарком 2021 году при использовании трехкомпонентной баковой смеси Стимакс + Нутривант + Карбомид и применении пекацида. Показатель ИДК в данном варианте составил 81,6 %.

Критерием целесообразности применения тех или иных агротехнических приемов является их экономическая эффективность (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность озимой пшеницы, 2018-2021 гг.

№	Варианты	Кондиционер (смягчитель воды)	Урожай- ность, т/га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Себестои- мость зерна, тыс. руб./т	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабель- ность,%
1	Контроль	без пекацида	4,351	35,678	8,633	25,236	70,7
		пекацид	4,408	35,736	8,550	25,976	72,7
2	Стимакс	без пекацида	4,548	35,778	8,277	27,894	78,0
		пекацид	4,639	35,848	8,132	29,098	81,2
3	Нутривант	без пекацида	4,666	36,228	8,166	29,096	80,3
		пекацид	4,739	36,299	8,061	30,047	82,8
4	Карбамид	без пекацида	4,611	35,790	8,172	28,764	80,4
		пекацид	4,681	35,860	8,065	29,674	82,8

5	Стимакс + Нутривант	Без пекацида	4,796	36,340	7,969	30,804	84,8
		Пекацид	4,877	36,410	7,854	31,868	87,5
6	Стимакс + Карбамид	без пекацида	4,843	35,901	7,808	31,901	88,9
		пекацид	4,941	35,972	7,665	32,202	89,5
7	Нутривант + Карбамид	без пекацида	5,028	36,352	7,607	34,040	93,6
		пекацид	5,127	36,422	7,474	35,356	97,1
8	Стимакс + Нутривант + Карбамид	без пекацида	5,149	36,463	7,453	35,623	97,7
		пекацид	5,264	36,657	7,335	39,671	108,2

Расчетами установлено, что стоимость полученного урожая в денежном выражении по вариантам опыта варьировала от 60 914 до 73 696 руб./га (в ценах, сложившихся на август-сентябрь 2021 г., в расчете 14 000 руб. за 1 т озимой пшеницы). Производственные затраты на выполнение всех технологических операций, предусмотренных технологической картой, полностью окупались стоимостью произведенной продукции с получением чистого дохода в пределах 25,236-39,671 руб./га при уровне рентабельности 70,7-108,2 %.

Максимальный чистый доход (39,671 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (108,2 %) получены при использовании трехкомпонентной баковой смеси Стимакс + Нутривант + Карбамид.

Использование препаратов отдельно (2, 3, 4 варианты) менее эффективно по сравнению с использованием баковых смесей.

Заключение. В условиях Среднего Поволжья можно получить запланированные урожаи озимой пшеницы 5 т/га, для чего необходимо рассчитать нормы минеральных удобрений расчетным методом и провести внекорневую подкормку в фазе кущения микроудобрениями и стимуляторами роста. Эффективность обработки повышается при использовании баковых (трехкомпонентных) смесей по сравнению с использованием двухкомпонентных смесей и применением препаратов в чистом виде, что позволяет более профессионально управлять формированием урожая. Наиболее эффективной она была при применении баковой смеси Стимакс + Нутривант + Карбамид, где с 1 га в среднем за четыре года собрано 5,264 т/га, что выше по сравнению с аналогичным вариантом на контроле на 19,4%. В связи с высокой жесткостью воды, используемой при опрыскивании посевов необходимо при уходе за растениями использовать кондиционер воды (пекацид), что позволяет повысить эффективность использования удобрений и применяемых препаратов. Применение каждого препарата отдельно и использование их в двойных смесях снижало урожайность по сравнению с использованием трехкомпонентной (Стимакс + Нутривант + Карбамид) баковой смеси. Использование баковых смесей позволяет снизить себестоимость зерна и повысить уровень рентабельности.

Список источников

1. Кудашкин М. И., Ляблин А. И., Ляблин Н. И. Современные технологии производства зерна. Саранск : Изд-во Мордовского университета, 2002. 76 с.
2. Сельское хозяйство Республики Татарстан. Статистический сборник. Казань, 2020. 106 с.
3. Григорьев Е. Н., Найденов А. С., Макаренко А. А., Кузьминов О. А. Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от норм применения минеральных удобрений на черноземе, выщелоченном центральной зоны Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар, 2016. С. 636–638.
4. Бухориев Т. А., Тухтаев М. О. Влияние минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. 2014. №3 (41). С. 12
5. Чекмарев П. А., Лукманов А. А., Нуриев С. Ш., Гайров Р. Ш. Динамика плодородия почв Республики Татарстан // Достижение науки и техники АПК. 2014. №4. С. 6–9.
6. Асланов Г. А. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы // Достижение науки и техники АПК. 2006. №10. С. 30–31.
7. Guo J., Jia Y., Chen H., Zhang L., Yang J., Zhang J., Hu X., Ye X., Li Y., Zhou Y. Growth, photosynthesis, and nutrient uptake in wheat are affected by differences in nitrogen levels and forms and potassium supply // Scientific Reports. 2019. 9 (1). 1248.
8. Мелаш А. А., Менгисту Д. К., Аберра Д. А., Алемцехай Т. Влияние нормы высева и внекорневого внесения микроэлементов на урожайность зерна, качественные характеристики и микроэлементы твердой пшеницы // Журнал зерновых наук. 2019. Т. 85. С. 221–227.
9. Фадеева И. Д., Тагиров М. Ш., Валиуллина Г. Н., Газизов И. Н. Новые сорта озимой пшеницы селекции Татарского НИИ сельского хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С.152–155.
10. Al-Juthery H. W. A., Hardan H. M., Al-Swedi F. G. A., Obaid M. H., Al-Shami Q. M. N. Effect of foliar nutrition of nano-fertilizers and amino acids on growth and yield of wheat // Earth and Environmental Science. IOP Conference Series. 2019. 388 (1). 012046.
11. Popko M., Michalak I., Wilk R., Gramza M., Chojnacka K., Górecki H. Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat // Molecules. 2018. 23 (2). 470.
12. Камалихин В. Е., Каргин И. Ф., Осичкин А. Ю. Влияние сроков обработки биопрепаратами на структуру урожая сортов озимой пшеницы // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии получения сельскохозяйственной продукции : материалы IX Международной науч.-практ. конф. Саранск : Изд-во Мордовского университета, 2013. С. 104–108.
13. Санин С. С., Назарова Л. Н., Неклеса Н. П., Полякова Т. М., Гудвин С. Эффективность биопестицидов и регуляторов роста растений в защите пшеницы от болезней // Защита и карантин растений. 2012. № 3. С. 16–18.

14. Chojnacka K., Michalak I., Dmytryk A., Wilk R., Górecki H. Innovative Natural Plant Growth Biostimulants // *Advances in Fertilizer Technology*. Shishir Sinha, Pant K. K. Eds. Houston : Studium Press LLC. 2014. Vol. 21. P. 451–489.
15. Система земледелия Республики Татарстан. Ч. 1. Агротехнологии производства продукции растениеводства. Казань : Центр инновационных технологий, 2014. 292 с.
16. Yuan W.-L., Xu B., Ran G.-C., Chen H.-P., Zhao P.-Y., Huang Q.-L. Application of imidacloprid controlled-release granules to enhance the utilization rate and control wheat aphid on winter wheat // *Journal of Integrative Agriculture*. 2020. 19 (12). 3045–3053.
17. Зиганшин А. А. Современные технологии и программирование урожайности. Казань : Изд-во Казанского университета, 2001. 109 с.
18. Фомин В. Н., Козин А. М., Мардиев И. И., Хуснутдинов Р.Г. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от стимуляторов роста, микроэлементов и кондиционера воды в условиях Среднего Поволжья // *Синергетика сбалансированного развития аграрной отрасли и сельских территорий страны : сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Казань : ИП Рагулин Р.А., 2020. Вып. 14. С. 143–151.
19. 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 Международной научно-практической конференции*. Казань : ИП Мухамеева МС, 2021. Выпуск 15. С. 236–248.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Методика Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Под общей ред. М. А. Федина. М., 1989. Вып. 3. 156 с.

References

1. Kudashkin, M. I., Lyablin, A. I. & Lyablin, N. I. (2002). *Modern grain cultivating technologies*. Saransk: Publishing house of the Mordovian University (in Russ.).
2. *Agriculture of the Republic of Tatarstan (2020)*. Statistical collection. Kazan (in Russ.).
3. Grigoriev, E. N., Naidenov, A. S., Makarenko, A. A. & Kuzminov, O. A. (2016). Grain yield of winter wheat depending on the application rate of mineral fertilizers on chernozem leached central zone of Krasnodar Krai. *Scientific support of an agro-industrial complex '16: a collection of articles based on the materials of the IX All-Russian Conference of Young Scientists*. (pp. 636–638). Krasnodar (in Russ.).
4. Bukhoriev, T. A. & Tukhtaev, M. O. (2014). The influence of mineral fertilizers on growth and winter wheat yield. *Doklady Tadzhijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk (Reports of the Tajik Academy of Agricultural Sciences)*, 3 (41), 12 (in Russ.).
5. Chekmarev, P. A., Lukmanov, A. A., Nuriev, S. S. & Gayrov, R. S. (2014). Dynamics of soil fertility of the Republic of Tatarstan. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 4, 6–9 (in Russ.).

6. Aslanov, G. A. (2006). Influence of mineral fertilizers on the yield of winter wheat. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK (Achievements of Science and Technology of AICis)*, 10, 30–31 (in Russ.).
7. Guo, J., Jia, Y., Chen, H., Zhang, L., Yang, J., Zhang, J., Hu, X., Ye, X., Li, Y. & Zhou, Y. (2019). Growth, photosynthesis, and nutrient uptake in wheat are affected by differences in nitrogen levels and forms and potassium supply. *Scientific Reports*, 9 (1), 1248.
8. Milash, A. A., Mengistu, D. K., Aberra, D. A. & Alemtsekhai, T. (2019). Influence of the seeding rate and minor nutrient elements foliar application for grain yield, durum wheat qualitative features and minerals. *ZHurnal zernovyyh nauk (Journal of Grain Sciences)*, 85, 221–227 (in Russ.).
9. Fadeeva, I. D., Tagirov, M. Sh., Valiullina, G. N. & Gazizov, I. N. (2015). New varieties of winter wheat selection of the Tatar Research Institute of Agriculture. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of Kazan State Agrarian University)*, 3, 152–155 (in Russ.).
10. Al-Juthery, H. W. A., Hardan, H. M., Al-Swedi, F. G. A., Obaid, M. H. & Al-Shami, Q. M. N. (2019). Effect of foliar nutrition of nanofertilizers and amino acids on growth and yield of wheat. *Earth and Environmental Science. IOP Conference Series*, 388 (1), 012046.
11. Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K. & Górecki, H. (2018). Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules*, 23 (2), 470.
12. Kamalikhin, V. E., Kargin, I. F. & Osichkin, A. Yu. (2013). Influence of terms of winter wheat varieties treatment with biological preparations on harvest claim. Resource-saving environmentally safe technologies for agricultural products '13: materials of the IX International Scientific and Practical Conference. (pp. 104–108). Saransk: Publishing House of the Mordovian University (in Russ.).
13. Sanin, S. S., Nazarova, L. N., Neklesa, N. P., Polyakova, T. M. & Goodwin, S. (2012). The effectiveness of biopesticides and plant growth regulators for protecting wheat against diseases. *Zashchita karantin rastenii (Plant protection and quarantine)*, 3, 16–18 (in Russ.).
14. Chojnacka, K., Michalak, I., Dmytryk, A., Wilk, R. & Górecki, H. (2014). Innovative Natural Plant Growth Biostimulants. In *Advances in Fertilizer Technology*. Shishir Sinha, Pant, K. K., Eds. Vol. 21. Houston: Studium Press LLC.
15. The system of agriculture of the Republic of Tatarstan (2014). Part 1. Agrotechnologies of crop production. Kazan: Center of Innovative Technologies (in Russ.).
16. Yuan, W.-L., Xu, B., Ran, G.-C., Chen, H.-P., Zhao, P.-Y. & Huang, Q.-L. (2020). Application of imidacloprid controlled-release granules to enhance the utilization rate and control wheat aphid on winter wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 19 (12), 3045–3053.
17. Ziganshin, A. A. (2001). *Modern technologies and yield programming*. Kazan: Publishing House of Kazan University (in Russ.).
18. Fomin, V. N., Kozin, A. M., Mardiev, I. I. & Khusnutdinov, R. G. (2020). Productivity and quality of winter wheat grain depending on growth stimulants, micro elements and water conditioner within the conditions of the Middle Volga region. Synergy of balanced development of agricultural industry and rural territories of the country '20: a collection of materials of the International scientific and practical conference. (pp. 143–151). Kazan: IE Ragulin R.A., Iss. 14 (in Russ.).
19. Fomin, V. N., Khusnutdinov, R. G. Mardiyev, I. I. & Kozin, A. M. (2021). Influence of macro- and micro fertilizers and water conditioner on the winter wheat grain yield and quality in the conditions of Zakamye, Republic of Tatarstan. *Science, technology, personnel – fundamentals of breakthrough results*

in agriculture '21: a collection of materials of International scientific and practical conferences. (pp. 236–248). Kazan: IE Mukhameyeva MS, Iss. 15 (in Russ.).

20. Dospekhov, B. A. (1985). Methodology of field test with the statistical processing base for research results.

5th ed., reprint. and additional. Moscow: Agropromizdat (in Russ.).

21. Methodology of the State Commission on variety testing of agricultural crops (1989). Under the general editorship of M. A. Fedin. Issue 3. Moscow (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 11.03.2022; одобрена после рецензирования 16.04.2022; принята к публикации 19.04.2022.

The article was submitted 11.03.2022; approved after reviewing 16.04.2022; accepted for publication 19.04.2022.