

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА И АЗОТА В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Т. В. Симатин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, генеральный директор, sim-sniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0229-3172;

Е. А. Бильдиева², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории оценки экологического состояния агроценозов, bildieva@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-3049-8199;

Ф. В. Ерошенко², доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии растений, yer-sniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0238-3861;

А. А. Калашникова², аспирант отдела физиологии растений, anaskar@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3422-2256

¹ООО «Агроплюс-Ставрополье»,

355030, Ставропольский край, г. Ставрополь, проезд 2-й Юго-Западный, д. 2Д, помещение 39;

²ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,
356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49

В статье представлены результаты исследований эффективности предпосевной обработки семян озимой пшеницы полифункциональными препаратами Икар Сидс, Спринталга и Микрофол Комби, проведенными на опытном поле и в лаборатории отдела физиологии растений ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2018–2021 годах. Почва опытного участка – черноземы обыкновенные среднemosные малогумусные тяжелосуглинистые, с очень низкой обеспеченностью минеральным азотом, средней – подвижным фосфором, недостаточной – обменным калием. Погодно-климатические условия зоны проведения исследований отличаются большой амплитудой годовых колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков. Погодные условия в 2018–2021 гг. различались как по сумме осадков, так и по температурному режиму. Исследования проводили с целью выявить физиологические особенности формирования урожая зерна при предпосевной обработке семян озимой пшеницы полифункциональными препаратами на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья. Для реализации поставленной цели определяли содержание хлорофилла в органах растений озимой пшеницы путем экстракции пигментов 96%-м этиловым спиртом, содержание азота в растениях, учет урожайности и изучение структуры урожая. Установлено, что предпосевная обработка семян озимой пшеницы полифункциональными препаратами способствовала росту концентрации фотосинтетических пигментов в органах растений на 4,3–17,9 %, а также оказала влияние на потребление минеральных элементов, увеличив содержание азота в растениях в среднем на 15,6–42 % в зависимости от фазы развития пшеницы, что в конечном итоге привело к росту урожайности на 0,22–0,37 т/га. Стоимость препаратов, используемых для предпосевной обработки семян озимой пшеницы, увеличила производственные затраты на 167–349 руб./га, но за счет полученной прибавки урожая прибыль возросла на 3099–4905 руб./т, а рентабельность производства зерна – на 9,2–14,1 %.

Ключевые слова: полифункциональные препараты, предпосевная обработка семян, озимая пшеница, фотосинтетическая продуктивность, хлорофилл, азот.

Для цитирования: Симатин Т. В., Бильдиева Е. А., Ерошенко Ф. В., Калашникова А. А. Влияние предпосевной обработки семян полифункциональными препаратами на содержание хлорофилла, азота и фосфора в растениях озимой пшеницы в условиях Центрального Предкавказья // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 84–90. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-84-90.



THE EFFECT OF PRE-SOWING SEED TREATMENT WITH MULTIFUNCTIONAL PREPARATIONS ON THE CONTENT OF CHLOROPHYLL AND NITROGEN IN WINTER WHEAT PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CAUCASUS

T. V. Simatin¹, Candidate of Agricultural Sciences, General Director, sim-sniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0229-3172;

E. A. Bildieva², Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher of the Laboratory of Assessment of the ecological state of Agrocenoses, bildieva@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-3049-8199;

F. V. Eroshenko², Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Plant Physiology, yer-sniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0238-3861;

A. A. Kalashnikova², Post-graduate student of the Department of Plant Physiology, anaskar@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3422-2256

¹AGROPLUS-STAVROPOL LLC,

355030, Russia, Stavropol territory, Stavropol, passage 2 South-West, 2D, room 39;

²North Caucasus Federal Agricultural Research Centre,
356241, Russia, Stavropol Territory, Mikhaylovsk, 49 Nikonov str.

The article presents the results of studies on the effectiveness of pre-sowing treatment of winter wheat seeds with multifunctional preparations Icar Sids, Sprintalga and Microfol Combi, conducted at the experimental field and in the laboratory of the Department of Plant Physiology of the North Caucasian FNAC in 2018–2021. The soil of the experimental site is ordinary medium-sized low-humus heavy loamy black soil, with very low availability of mineral nitrogen, medium – mobile phosphorus, insufficient – exchange potassium. The weather of the research area characterized by large amplitude of annual fluctuations in air temperature and precipitation. Weather conditions in 2018–2021 differed, both in the amount of precipitation and in the temperature regime. Studies were carried out in order to identify the physiological features of grain harvest formation during pre-sowing treatment of winter wheat seeds with multifunctional preparations on ordinary black soil of the Central Caucasus. To achieve this goal, the chlorophyll content in the organs of winter wheat plants was studied by extracting pigments with 96 % ethyl alcohol, nitrogen content in plants, accounting for yield and studying the structure of the crop. It was found that pre-sowing treatment of winter wheat seeds with multifunctional preparations contributed to an increase in the concentration of photosynthetic pigments in plant organs by 4.3–17.9 %, and also influenced the consumption of mineral elements, increasing the nitrogen content in plants by an average of 15.6–42 %, depending on the phase of wheat development, which ultimately led to an increase in yield by 0.22–0.37 t/ha. The cost of preparations used for pre-sowing treatment of winter wheat seeds increased production costs by 167–349 rubles /ha, but due to the resulting crop increase, profit increased by 3099–4905 rubles /t, and the profitability of grain production by 9.2–14.1%.

Keywords: multifunctional preparations, pre-sowing seed treatment, winter wheat, photosynthetic productivity, chlorophyll, nitrogen.

Введение. Повышение урожайности и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды основной зерновой культуры Ставропольского края – озимой пшеницы уже несколько десятилетий остается одним из главных вопросов сельскохозяйственной науки и производства (Вознесенская и Можарова, 2021; Калюта и др., 2021). С этой целью широко применяются различные физиологически активные вещества: стимуляторы роста растений, органоминеральные комплексы и удобрения, полифункциональные препараты (Захаренко, 2021). Применение агрохимикатов в современном земледелии должно не только повышать урожайность и качество продукции, но также обеспечивать экологическую безопасность сельскохозяйственного производства и его эффективность с экономической точки зрения (Репка и др., 2020).

Предпосевная обработка семян физиологически активными веществами стала практически неотъемлемой частью технологии возделывания сельскохозяйственных культур, так как этот прием позволяет активировать ростовые процессы, повысить адаптивность и устойчивость растений, а также снизить фитосанитарную напряженность (Obroucheva et al., 2017; Таланов и Гарифуллина, 2016). Несмотря на то что список пестицидов и агрохимикатов каждый год пополняется все новыми препаратами, которые производители рекомендуют как полифункциональные, с возможностью обработки в различные периоды вегетации и предпосевной обработки семян, установить их эффективность в тех или иных почвенно-климатических условиях определенного региона можно только изучив их влияние на физиологические особенности роста и развития растений (Шестакова и др., 2019; Юрина и др., 2021).

Цель исследований – выявить физиологические особенности формирования урожая зерна при предпосевной обработке семян озимой пшеницы полифункциональными препаратами на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2018–

2021 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Почва опытного участка – черноземы обыкновенные среднесиловые малогумусные тяжелосуглинистые. В слое 0–20 см содержание нитратного азота (по Грандваль-Ляжу) составляет 5,5 мг/кг, количество подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 23,0 и 236 мг/кг соответственно. Обеспеченность почвы минеральным азотом очень низкая, обменным калием – недостаточная, подвижным фосфором – средняя.

Объект исследований – сорт мягкой озимой пшеницы Багира (СНИИСХ). Предшественник – озимая пшеница. Агротехника возделывания культуры общепринятая. Внесение удобрений проводили в два этапа: перед посевом (нитроаммофоска) из расчета $N_{60}P_{60}K_{50}$ с последующей культивацией, ранней весной подкормка аммиачной селитрой – N_{60} .

Площадь учетных делянок 24 м². Повторность опыта – трехкратная. Предпосевную обработку семян рабочими растворами исследуемых препаратов проводили по схеме:

1. Контроль (дистиллированная вода).
2. Икар Сидс (0,4 л/т).
3. Икар Сидс (0,4 л/т) + Спринталга (0,5 л/т).
4. Икар Сидс (0,4 л/т) + Микрофол Комби (0,1 кг/т).

Икар Сидс (IKARFOSTOSeeds) – органоминеральный стимулятор корнеобразования, применяется для обработки семян озимых культур. Состав: азот – 9,5 %, фосфор – 37,5 %, магний – 2 %, марганец – 1,3 %, цинк – 0,7 %, аминокислоты – 9,2 %, цитокинины, полисахариды, фульвокислоты. Обеспечивает высокую полевую всхожесть и энергию прорастания семян, стимулирует развитие полноценной корневой системы озимых культур, усиливает поглощение питательных веществ из почвы. Является легкодоступным источником фосфора.

Микрофол Комби – комплексное удобрение с содержанием микроэлементов на хелатной основе, в состав которого входят магний – 9 %, железо – 4 %, цинк – 1,5 %, медь – 1,5 %, марганец – 4 %, бор – 0,5 %, молибден – 0,1 %. Препарат способствует ускорению развития

растения на начальных этапах, интенсифицирует рост корневой системы, повышает уровень толерантности к стресс-факторам.

Спринталга (Sprintalga) – биостимулятор корнеобразования на основе высококонцентрированных экстрактов водорослей (*Macrocystis*, *Ascophyllum nodosum* и *Sargassum*) и комплекса аминокислот. Стимулирует прорастание семян, образование и удлинение корней. Благодаря большому количеству биологически активных компонентов и быстродоступного азота этот препарат способен стимулировать первичный метаболизм и оптимизировать гормональный баланс в молодых корнях.

Учет биологического урожая и изучение его структуры проводили по общепринятой методике путем анализа снопового материала. Урожайность учитывали малогабарит-

ным комбайном «Сампо-130» с последующим пересчетом на стандартную влажность 14 %. Содержание хлорофилла определяли путем экстракции пигментов 96%-м этиловым спиртом (Ерошенко и Дуденко, 2016), содержание азота в растениях – по методике В. Т. Куркаева с соавторами (Куркаев и др., 1977). Анализ проводили в 3-кратной аналитической повторности. Результаты обрабатывали согласно методике Б. А. Доспехова (1985) с использованием программы AgCStat-Excel.

Погодно-климатические условия зоны проведения исследований отличаются большой амплитудой годовых колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков. В годы проведения исследований погодные условия различались как по сумме осадков, так и по температурному режиму (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха (г. Михайловск, 2018–2021 гг.)
Table 1. Averagemonthlyairtemperature (Mikhailovsk, 2018–2021)

Годы	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Среднее
Среднегодовое значение (1981–2010)	21,8	16,4	10	3,2	–0,6	–2,4	–2,4	2,3	9,5	14,9	19,2	22,3	9,5
2018–2019	22,6	18,1	12,3	2,2	–0,1	–0,5	0,3	3,8	9,5	17,1	23,8	21,5	10,9
2019–2020	22,5	16,3	12,8	4,3	1,8	–0,1	1,2	6,7	8,6	15,1	21,3	24,9	11,3
2020–2021	22,8	19,7	14,6	3,2	–1,4	0,4	–1,6	0,8	9,8	16,7	20,3	24,8	10,8

Из-за дефицита осадков в летний период 2018 г. сев проводили в сухую почву. Поэтому всходы появились несколько позже обычного, выпавшие в сентябре и октябре осадки (рис. 1)

несколько уменьшили дефицит влаги, а благоприятные условия зимнего периода способствовали развитию озимой пшеницы.

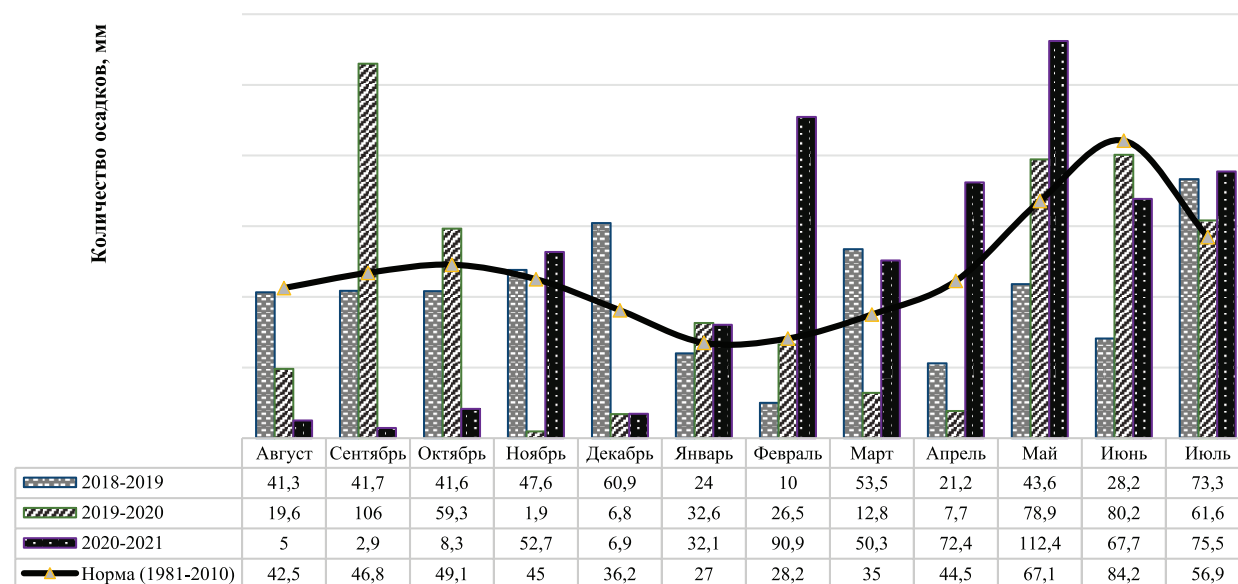


Рис. 1. Среднемесячное количество осадков (г. Михайловск, 2018–2021 гг.)
Fig. 1. Average monthly precipitation (Mikhailovsk, 2018–2021)

Аномально высокие температуры июня 2019 г. (превышение среднемесячных температур составило 4,6 °C) отрицательно повлияли на процессы налива и созревания зерна

и привели к ускоренному созреванию озимой пшеницы, что не позволило реализовать сформированный к маю достаточно высокий потенциал урожайности.

Агрометеорологические условия 2019–2020 сельскохозяйственного года были весьма неоднозначными. Периоды с относительно хорошими условиями влагообеспеченности и благоприятным температурным режимом сменялись периодами с резким дефицитом осадков. Однако майские и июньские дожди вместе с умеренными температурами способствовали стабилизации ситуации, растения продолжили вегетировать и налив зерна прошел в относительно благоприятном режиме.

Погодные условия 2020–2021 сельскохозяйственного года существенно отличались от предыдущих лет, и в целом были нетипичными для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Предпосевной период 2020 г. характеризовался отсутствием осадков и повышенным температурным режимом. Существенные осадки (52,7 мм) выпали только в начале ноября, тогда же появились всходы

озимой пшеницы. Температурный режим зимнего периода положительно повлиял на общее состояние озимой пшеницы и ее развитие. Сложившиеся погодные условия 2021 г. были относительно благоприятными – без резкого нарастания температур и с достаточно хорошей влагообеспеченностью.

Результаты и их обсуждение. Одним из важнейших факторов, определяющих реакцию растительного организма на тот или иной агротехнологический прием, является интенсивность и продуктивность его фотосинтетической деятельности, которая, в свою очередь, зависит от концентрации хлорофилла в органах растений. Предпосевная обработка семян полифункциональными препаратами способствовала развитию мощного фотосинтетического аппарата озимой пшеницы, о чем свидетельствует более высокая концентрация хлорофилла в растениях (табл. 2).

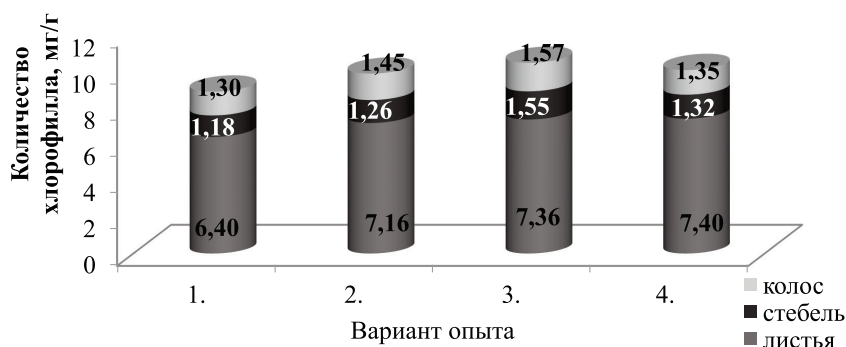
Таблица 2. Содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы в различные периоды вегетации, мг/г (2018–2021 гг.)
Table 2. Chlorophyll content in winter wheat plants during various periods of vegetation, mg/g (2018–2021)

Вариант	Этапы органогенеза (по Ф. М. Куперман)		
	VI	VIII	X
1. Контроль	9,13 ±0,24	8,88 ±0,29	0,63 ±0,09
2. Икар Сидс	9,52 ±0,39	9,88 ±0,32	0,84 ±0,03
3. Икар Сидс + Спринталга	9,93 ±0,75	10,47 ±0,08	0,85 ±0,05
4. Икар Сидс + Микрофол	9,56 ±0,70	10,07 ±0,16	0,90 ±0,09

При обработке семян препаратами Икар Сидс и Спринталга содержание зеленых пигментов в растениях превысило контрольный вариант на 0,8 мг/г (8,8 %) на VI этапе органогенеза и на 1,59 мг/г (17,9 %) – в колошение (VIII). Сочетание препаратов Икар Сидс и Микрофол привело к росту концентрации пигментов на 4,7 и 13,4 % соответственно, тогда как обработка Икар Сидс – на 4,3 и 11,3 % к контролю. В репродуктивный период развития озимой пшеницы содержание хлорофилла в растениях снижается. В наших опытах на вариантах с обработкой семян изучаемыми препаратами концентрация зеленых пигментов на X этапе орга-

ногенеза была выше контрольного значения на 33,3–42,9 %.

Основным фотосинтезирующим органом растений до начала колошения являются листья, в репродуктивный период возрастает доля участия в общем фотосинтезе стеблей и колосьев. Анализ содержания хлорофилла в органах растений озимой пшеницы показал, что предпосевная обработка семян полифункциональными препаратами способствует росту концентрации фотосинтетических пигментов не только в листьях, но и в нелистовых органах (рис. 2).



1 – Контроль; 2 – Икар Сидс; 3 – Икар Сидс + Спринталга;
4 – Икар Сидс + Микрофол.

Рис. 2. Количество хлорофилла в органах растений озимой пшеницы в фазе колошения культуры (2018–2021 гг.)

Fig. 2. The amount of chlorophyll in the organs of winter wheat plants in the earing phase of the crop (2018–2021)

Так, обработка семян Икар Сидс увеличила содержание хлорофилла в листьях на 11,9 %, в колосьях – на 11,5 % и в стеблях – на 6,8 %. Сочетание Икар Сидс с препаратом Микрофол позволило увеличить концентрацию пигментов на 15,6 % в листьях, на 11,9 % в стеблях и на 3,8 % в колосьях. Комбинация же с препаратом Спринталга в большей степени повлияла на рост количества хлорофилла в нелистовых органах: на 31,4 % в стеблях

и на 20,8 % в колосе, тогда как в листьях – только на 15 %.

Достаточно важным показателем, описывающим физиологическое состояние растений, является потребление и накопление азота. Исследования показали, что применение полифункциональных препаратов для предпосевной обработки семян озимой пшеницы практически на всех вариантах привело к росту содержания азота в растениях (табл. 3).

Таблица 3. Влияние предпосевной обработки семян на содержание азота в растениях озимой пшеницы, % (2018–2021 гг.)

Table 3. The effect of pre-sowing seed treatment on the nitrogen content in winter wheat plants, % (2018–2021)

Вариант	Этапы органогенеза (по Ф. М. Куперман)		
	VI	VIII	X
1. Контроль	3,38 ± 0,16	4,37±0,24	0,59±0,03
2. Икар Сидс	4,52 ± 0,26	5,54±0,22	0,73±0,07
3. Икар Сидс + Спринталга	4,80 ± 0,37	6,20±0,67	0,78±0,07
4. Икар Сидс + Микрофол	4,77 ± 0,19	5,05±0,44	0,78±0,02

Обработка семян препаратом Икар Сидс способствовала повышению содержания азота в растениях озимой пшеницы в среднем на 23,7–33,7 % по сравнению с контрольным вариантом. Сочетание препаратов Икар Сидс и Спринталга значительно увеличило содержание этого элемента минерального питания в посевах озимой пшеницы, разница с контро-

лем в зависимости от периода развития растений варьировала от 32,2 до 42 %. Комбинация Икар Сидс с Микрофол позволила увеличить содержание азота на 15,6–41,1 %.

Эффективность любого агротехнического приема в конечном счете оценивается по урожайности исследуемой культуры (табл. 4).

Таблица 4. Влияние предпосевной обработки семян на элементы структуры урожая и урожайность озимой пшеницы (2018–2021 гг.)

Table 4. The effect of pre-sowing seed treatment on the elements of the crop structure and the yield of winter wheat (2018–2021)

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г	Биомасса, г/м ²	Урожайность	
					биологическая, г/м ²	комбайновая уборка, т/га
1. Контроль	578	33,79	1,05	1264	608,04	5,25
2. Икар Сидс	587	34,19	1,08	1357	632,10	5,48
3. Икар Сидс + Спринталга	614	34,66	1,07	1401	655,89	5,62
4. Икар Сидс + Микрофол	591	34,17	1,08	1369	636,25	5,52
НСР ₀₅	29,3	0,83	0,02	52,96	20,08	0,15

Применение полифункциональных препаратов для предпосевной обработки семян озимой пшеницы не оказало существенного влияния на массу 1000 зерен, на количество продуктивных стеблей, за исключением варианта, где применялся комплекс Икар Сидс и Спринталга, но способствовало росту такого показателя зерновой продуктивности, как масса зерна с одного колоса. В среднем за годы исследований наибольший рост урожайности отмечен при обработке семян комплексом препаратов Икар Сидс и Спринталга – на 0,37 т/га (7 %), сочетание Икар Сидс с Микрофол Комби позволило получить прибавку на 0,27 т/га (5 %), а обработка только Икар Сидс – на 0,22 т/га (4 %).

Экономическая эффективность предпосевной обработки семян озимой пшеницы изучаемыми препаратами проявлялась в более высокой стоимости валовой продукции (на 3266–5254 руб./га) в сравнении с контрольным вариантом и в снижении себестоимости полученного зерна (на 217–326 руб./т) (табл. 5). Увеличение производственных затрат при применении комплекса препаратов Икар Сидс и Спринталга связано с высокой дозировкой препарата Спринталга (0,5 л/т), но несмотря на это, рентабельность производства озимой пшеницы на данном варианте превышала контроль на 14,1 %.

Таблица 5. Экономическая эффективность предпосевной обработки семян при производстве озимой пшеницы (2018–2021 гг.)
Table 5. Economic efficiency of pre-sowing seed treatment in the production of winter wheat (2018–2021)

Вариант	Урожайность с 1 га, т	Стоимость валовой продукции, руб./га*	Производственные затраты, руб./га	Прибыль, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Рентабельность, %
1. Контроль	5,25	74550	30971	43579	5899	140,7
2. Икар Сидс	5,48	77816	31138	46678	5682	149,9
3. Икар Сидс + Спринталга	5,62	79804	31320	48484	5573	154,8
4. Икар Сидс + Микрофол	5,52	78384	31171	47213	5647	151,5

*Стоимость зерна озимой пшеницы 14,2 руб./кг.

Выводы. Применение полифункциональных препаратов для предпосевной обработки семян озимой пшеницы способствует росту концентрации хлорофилла в растениях озимой пшеницы на 4,3–8,8 % в фазу выхода в трубку и на 11,3–17,9 % – в колошение, а также увеличивает содержание азота в органах растений – в среднем на 15,6–42 %, в зависимости от фазы развития. Предпосевная обработка

семян изучаемыми препаратами обеспечила рост урожайности на 0,22–0,37 т/га. Несмотря на увеличение производственных затрат на 167–349 руб./га (за счет стоимости препаратов), благодаря полученной прибавке урожая прибыль возрастает на 3099–4905 руб./т, а рентабельность производства зерна – на 9,2–14,1 %.

Библиографические ссылки

1. Вознесенская Т. Ю., Можарова И. П. Влияние инновационных удобрительных комплексов на фотосинтез и продуктивность листового аппарата пшеницы озимой // Плодородие. 2021. № 6(123). С. 52–55. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.14.
2. Ерошенко Ф. В., Дуденко Н. В. Основные показатели фотосинтетической продуктивности растений // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. 2016. № 8. С. 119–132.
3. Захаренко В. А. Современное состояние и перспективы экономики применения пестицидов в агроэкосистемах России // Агрохимия. 2021. № 5. С. 68–83. DOI: 10.31857/S0002188121050148.
4. Калюта Е. В., Мальцев М. И., Маркин В. И., Машкина Е. И. Влияние препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья, на ростовые процессы, урожайность и биохимические показатели зерна пшеницы // Химия растительного сырья. 2021. № 2. С. 361–368. DOI: 10.14258/jcprtm.2021029732.
5. Куркаев В. Т., Ерошкина С. М., Пономарев А. Н. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии. М.: Колос, 1977. 239 с.
6. Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Кувшинова Е. К., Потапов Е. А. Эффективность применения биопрепаратов на сортах озимой пшеницы в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-72-76.
7. Таланов И. П., Гарифуллина Л. Ф. Роль предпосевной обработки семян и удобрений в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы на серой лесной почве в условиях Предкамья Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11, № 2(40). С. 20–24. DOI: 10.12737/20628.
8. Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В., Оганян Л. Р., Сторчак И. Г., Бильдиева Е. А. Влияние различных агротехнических приемов на урожай и качество зерна новых сортов озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ // Аграрный вестник Урала. 2019. № 10(189). С. 23–31. DOI: 10.32417/article_5db430aaa70e02.61022516.
9. Юрина Т. А., Дробин Г. В., Богословская О. А., Ольховская И. П., Глуценко Н. Н. Об эффективности предпосевной обработки семян озимой пшеницы наночастицами металлов // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 1. С. 135–145. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.135rus.
10. Obroucheva N. V., Sinkevich I. A., Lityagina S. V., Novikova G. V. Water relations in germinating seeds // Russian journal of plant physiology. 2017. Vol. 64, № 4. P. 311–320. DOI: 10.7868/S0015330317030137.

References

1. Voznesenskaya T. Y., Mozharova I. P. Vliyaniye innovatsionnykh udobritel'nykh kompleksov na fotosintez i produktivnost' listovogo apparata pshenicy ozimoy [The influence of innovative fertilizer complexes on photosynthesis and productivity of the leaf apparatus of winter wheat] // Plodorodie. 2021. № 6(123). S. 52–55. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.14.
2. Eroshenko F. V., Dudenko N. V. Osnovnye pokazateli fotosinteticheskoy produktivnosti rasteniy [The main indicators of photosynthetic productivity of plants] // Byulleten' Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo hozyajstva. 2016. № 8. S. 119–132.
3. Zakharenko V. A. Sovremennoe sostoyaniye i perspektivy ekonomiki primeneniya pesticidov v agroekosistemah Rossii [The current state and prospects of the economy of the use

of pesticides in agroecosystems of Russia] // *Agrohimiya*. 2021. № 5. S. 68–83. DOI: 10.31857/S0002188121050148.

4. Kalyuta E. V., Maltsev M. I., Markin V. I., Mashkina E. I. Vliyanie preparatov, poluchennyh iz karboksimetilirovannogo rastitel'nogo syr'ya na rostovye processy, urozhajnost' i biohimicheskie pokazateli zerna pshenicy [Influence of preparations obtained from carboxymethylated vegetable raw materials on growth processes, yield and biochemical parameters of wheat grain] // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2021. № 2. S. 361–368. DOI: 10.14258/jcprm.2021029732.

5. Kurkaev V. T., Eroshkina S. M., Ponomarev A. N. Sel'skohozyajstvennyj analiz i osnovy biohimii [Agricultural analysis and fundamentals of biochemistry]. M.: Kolos, 1977. 239 s.

6. Repka D. A., Beltyukov L. P., Kuvshinova E. K., Potapov E. A. Effektivnost' primeneniya biopreparatov na sortah ozimoy pshenicy v usloviyah Rostovskoj oblasti [The effectiveness of the use of biological products on winter wheat varieties in the conditions of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2020. № 1(67). S. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-72-76.

7. Talanov I. P., Garifullina L. F. Rol' predposevnoj obrabotki semyan i udobrenij v povyshenii urozhajnosti i kachestva zerna ozimoy pshenicy na seroj lesnoj pochve v usloviyah Predkam'ya Respubliki Tatarstan [The role of pre-sowing treatment of seeds and fertilizers in increasing the yield and quality of winter wheat grain on gray forest soil in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan] // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. T. 11, № 2(40). S. 20–24. DOI: 10.12737/20628.

8. Shestakova E. O., Eroshenko F. V., Oganyan L. R., Storchak I. G., Bildieva E. A. Vliyanie razlichnyh agrotekhnicheskikh priemov na urozhaj i kachestvo zerna novykh sortov ozimoy pshenicy selekcii Severo-Kavkazskogo FNAC [The influence of various agrotechnical techniques on the yield and grain quality of new varieties of winter wheat breeding of the North Caucasian FNAC] // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2019. № 10 (189). S. 23–31. DOI: 10.32417/article_5db430aaa70e02.61022516.

9. Yurina T. A., Drobin G. V., Bogoslovskaya O. A., Olkhovskaya I. P., Glushchenko N. N. Ob effektivnosti predposevnoj obrabotki semyan ozimoy pshenicy nanochasticami metallov [On the effectiveness of pre-sowing treatment of winter wheat seeds with metal nanoparticles] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2021. T. 56, № 1. S. 135–145. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.135rus.

10. Obroucheva N. V., Sinkevich I. A., Lityagina S. V., Novikova G. V. Water relations in germinating seeds // *Russian journal of plant physiology*. 2017. Vol. 64, № 4. P. 311–320. DOI: 10.7868/S0015330317030137.

Поступила: 27.04.22; доработана после рецензирования: 23.06.22; принята к публикации: 27.06.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Симатин Т. В., Ерошенко Ф. В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, анализ данных; Калашникова А. А. – выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных; Бильдиева Е. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.