

- Mulla D.J. Twenty-five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps // Biosystems Engineering. 2013. Vol. 114. P. 358–371.
- Odland J. Spatial autocorrelation. In: G.I. Thrall (Ed.), Sage University Scientific Geography Series no. 9. Sage Publications, Beverly Hills. 1988. 87 pp.
- Omia E., Bae H., Park E., Kim M.S., Baek I., Kabenge I., Cho B.-K. Remote Sensing in Field Crop Monitoring: A Comprehensive Review of Sensor Systems, Data Analyses and Recent Advances // Remote Sensing. 2023. Vol. 15. № 2. P. 354. <https://doi.org/10.3390/rs15020354>
- Shi H., Mo X. Interpreting spatial heterogeneity of crop yield with a process model and remote sensing // Ecological Modelling. – 2011. Vol. 222. № 14. P. 2530–2541.
- Sishodia R.P., Ray R.L., Singh S.K. Applications of Remote Sensing in Precision Agriculture: A Review // Remote Sensing. 2020. Vol. 12. № 19. P. 3136. <https://doi.org/10.3390/rs12193136>

УДК 631.811:631.599;633.11.1

DOI: 10.25695/AGRPH.2025.02.04

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПЕРЕЗИМОВКУ И СТРУКТУРУ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ

Е. С. Степанова 

ORCID

Степанова Е. С. [0009-0003-6547-2199](https://orcid.org/0009-0003-6547-2199)

*Мелитопольский государственный университет,
272312, г. Мелитополь, пр. Богдана Хмельницкого, д. 18,
e-mail: yekaterina.stepanova.22@mail.ru*

Поступила в редакцию 19.05.2025, принята в печать 09.06.2025

На засоленных почвах урожайность сельскохозяйственных культур снижается даже у солеустойчивых растений. У разных сортов озимой пшеницы существуют генетически детерминированные признаки, относящиеся к структуре урожайности. Препараты с ростостимулирующим эффектом влияют на перезимовку и структуру урожая озимой пшеницы, поэтому тема исследований является актуальной. Целью исследования являлась оценка влияния полифункциональных биопрепаратов на перезимовку, структуру урожая и биологическую урожайность сортов озимой мягкой пшеницы в условиях выращивания на засоленных почвах. При изучении сортов пшеницы мягкой озимой Антонивка, Запашна, Статна, Фермерка и Эпоха Одэска установлено, что на перезимовку, структуру урожая и биологическую урожайность значительное влияние оказывают биопрепараты Стимпо и Регоплант. Перезимовка растений озимой пшеницы в большей степени зависела от сорта. Лучше всех перезимовали сорта Запашна и Фермерка, у которых данный показатель составил 94,20% и 94,54%, соответственно, а хуже – сорт Статна, у которого сохранилось только 88,39% растений. Препараты Стимпо и Регоплант достоверно влияли на перезимовку только на двух сортах. У сорта Статна препарат Стимпо увеличил перезимовку на 13,44%, а препарат Регоплант – на 11,14%. У сорта Эпоха Одэска препарат Стимпо увеличил перезимовку на 9,54%, а препарат Регоплант – на 6,42% в сравнении с вариантом без применения препарата. На засоленных почвах эффективнее выращивать сорта Запашна, Фермерка и Эпоха Одэска, у которых биологическая урожайность составила 3,25–3,47 т га⁻¹. Биопрепарат Стимпо увеличил биологическую урожайность на 27,5%, а биопрепарат Регоплант – на 18,5% в сравнении с вариантом без применения препарата. Установлена сильная корреляционная связь между биологической урожайностью и полевой всхожестью, количеством зерен в колосе, количеством продуктивных стеблей, массой зерна в колосе и с массой 1000 зерен ($r = 0,65–0,78$).

Ключевые слова: пшеница, биопрепараты, засоленные почвы, урожайность, перезимовка.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF BIOLOGICS ON OVERWINTERING AND YIELD STRUCTURE OF SOFT WHEAT ON SALINE SOILS

E. S. Stepanova

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Melitopol State University»,
prosp. Bogdana Khmel'nitskogo, 18, Melitopol', 272312, Russian Federation,
e-mail ekaterina.stepanova@mgu-mlt.ru*

On saline soils, crop yields are always lower even for salt-tolerant plants. Winter wheat has genetically determined characteristics related to yield structure and these characteristics depend on the wheat variety. Growth-stimulating bio-fertilizers can affect overwintering and the structure of winter wheat crops, making this research topic relevant. The aim of this study was to evaluate the effect of multifunctional biological fertilizers on the overwintering, structure, and yield of soft winter wheat grown on saline soils. By studying varieties of soft winter wheat such as Antonivka, Zapashna, Statna, Fermerk and Epocha Odeska, we found that Stimpo and Regoplant bio-fertilizers had a significant impact on overwinter survival and yield structure. The overwintering ability of winter wheat varies depending on the variety, with Zapashna and Fermerka being the best varieties with overwintering indicators of 94.20% and 94.54%, respectively. The worst variety was Statna, with only 88.39% of plants surviving the winter. Stimpo and Regoplant bio-fertilizers had a significant effect on overwintering in only two varieties. In Statna, Stimpo bio-fertilizer increased overwinter survival by 13.44%, while Regoplant bio-fertilizer increased it by 11.14%. For Epocha Odeska Stimpos increased overwintering by 9.54% while Regoplan – by 6.42%, compared to the control treatment. For saline soil Zapashna, Fermerka and Epocha Odeska with biological yields of 32.47–34.73 q ha⁻¹ are a better option to grow. The average biological yields were also increased with the bio-fertilizers application: by 27.5% for Stimpos and 18.5% for Regopans compared to the control treatment. There was a strong positive correlation ($r = 0.65–0.78$) between biological yield, field germination, number of grains per ear, number of productive stems, weight of grain per ear and mass of 1000 grains.

Keywords: soft winter wheat, bio-fertilizer, saline soils, yield, overwintering.

ВВЕДЕНИЕ

Урожайность зерновых культур зависит от многих факторов, в том числе и от состава и свойств почв. На засоленных почвах у зерновых культур резко снижается урожайность. Было зафиксировано, что в условиях засоления почвы урожайность снижается за счет уменьшения числа колосков и семян в колоске, а также массы 1000 зерен (Yuan et al., 2019; Kalhor et al., 2016). У озимой пшеницы на урожайность и структуру урожая влияют условия перезимовки. У сортов озимой пшеницы генетически детерминированы различные свойства и признаки, поэтому они по-разному реагируют на погодные условия, что сказывается на их перезимовке. Полевая всхожесть семян сортов озимой пшеницы сильно варьирует в зависимости от системы удобрения, а показатели перезимовки имеют более стабильные результаты, и повышаются у некоторых сортов при увеличении нормы высева до 6 млн. всхожих семян на один гектар (Демьянова-Рой и др., 2024).

Структурные элементы урожайности зерна, сильно варьируют в зависимости от генотипа сорта, реакции генотип-среда и агрометеорологических условий года выращивания. Количество зерен в колосе, масса зерна колоса и масса 1000 зерен оказывают большое влияние на урожайность. По этим признакам выделяются источники для создания новых сортов (Ковтун и др., 2021).

В современном земледелии все большее распространение приобретают биопрепараты и регуляторы роста, поскольку они оказывают существенное влияние на ростовые, физиологические и биохимические процессы в растениях. Биопрепараты положительно действуют на урожайность пшеницы, повышая продуктивную кустистость, длину колоса,

массу 1000 зерен, повышают перезимовку, количество зерен в колосе и массу зерна колоса (Ньямбосе и др., 2023, Зеленская и др., 2022). Применяемые препараты способствуют уменьшению влияния солевого стресса на урожайность озимой пшеницы. Многие биопрепараты обладают ростостимулирующим эффектом и выраженной защитной активностью против спектра фитопатогенных грибов.

Цель исследования – оценить влияние полифункциональных биопрепаратов на перезимовку, структуру урожая и биологическую урожайность сортов озимой мягкой пшеницы в условиях выращивания на засоленных почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводили на юге Херсонской области в селе Петровка Генического района в фермерском хозяйстве «Время» в 2015–2018 гг. Почва опыта лугово-каштановая глееватая и глеевая подовая слабозасоленная с сульфатным типом засоления, с содержанием обменного Na 9,83%. Содержание гумуса (по Тюрину) 3,25%, реакция почвенного раствора pH водный/солевой – 8,1/7,2. Почвы имеют высокий уровень обеспеченности подвижным фосфором и калием (по Мачигину) – 51 и 800 мг кг⁻¹ почвы, соответственно. Нитрификационная способность (по Кравкову) в этих почвах составляла 22,4 мг NO₃ кг⁻¹ почвы. Засоление не рассматривается как отдельный фактор, а является фоновой характеристикой почв опыта (район распространения засоленных почв).

Схема опыта включала следующие варианты: сорта пшеницы мягкой озимой (фактор А) – Антонивка (производственный контроль), Запашна, Фермерка, Статна, Эпоха Одесска; препараты (фактор В) – без обработки (контроль), Стимпо и Регоплант.

Оригинаторы сортов озимой мягкой пшеницы не изучали их солеустойчивость: Запашна, Фермерка, Статна – Институт растениеводства им. В. Я. Юрєва НААН, Антонівка, Епоха Одеська – Селекційно-генетический институт – Национальный центр семенных исследований и сортоизучения. Препараты применяли согласно рекомендациям производителя: инкрустация семян препаратом Стимпо (25 мл т^{-1}) совместно с внекорневыми обработками в фазе кущения и выхода в трубку-начала цветения растений (по 20 мл га^{-1}), инкрустация семян Регоплант (250 мл т^{-1}) совместно с внекорневыми обработками (по 50 мл га^{-1}) в фазе кущения и выхода в трубку-начала цветения растений. Метод размещения вариантов рандомизированный, повторность трехкратная, общая площадь экспериментального участка 70 га, площадь элементарного участка 850 м^2 . Препараты Регоплант и Стимпо сертифицированы как биологические композиционные полифункциональные, и состоят из смеси аминокислот, углеводов, жирных кислот,

полисахаридов, фитогормонов, микроэлементов, продуктов жизнедеятельности *in vitro* микромицета, выделенного из корневой системы женьшеня, и авермектинов. Предшественник в севообороте – горох.

Уход за посевами осуществляли по типичной для южной степи технологической карте. Посевная норма $5 \text{ млн. семян га}^{-1}$ растений пшеницы. Посев проводили в начале третьей декады сентября, за исключением 2017 г. когда, в связи с длительным периодом без выпадения осадков (с 10 августа по 30 сентября со среднемесячной температурой $21,7\text{--}25,2^\circ\text{C}$), посев проводили 1 октября сеялкой John Deere 1590 (Степанова, 2025).

Метеорологические условия в годы исследований сильно отличались, что позволило более точно оценить сортовую реакцию пшеницы на них по хозяйственно-ценным признакам. Различия были в количестве осадков и сумме активных температур и представлены в виде климатограммы Вальтера – Госсена (рис.).

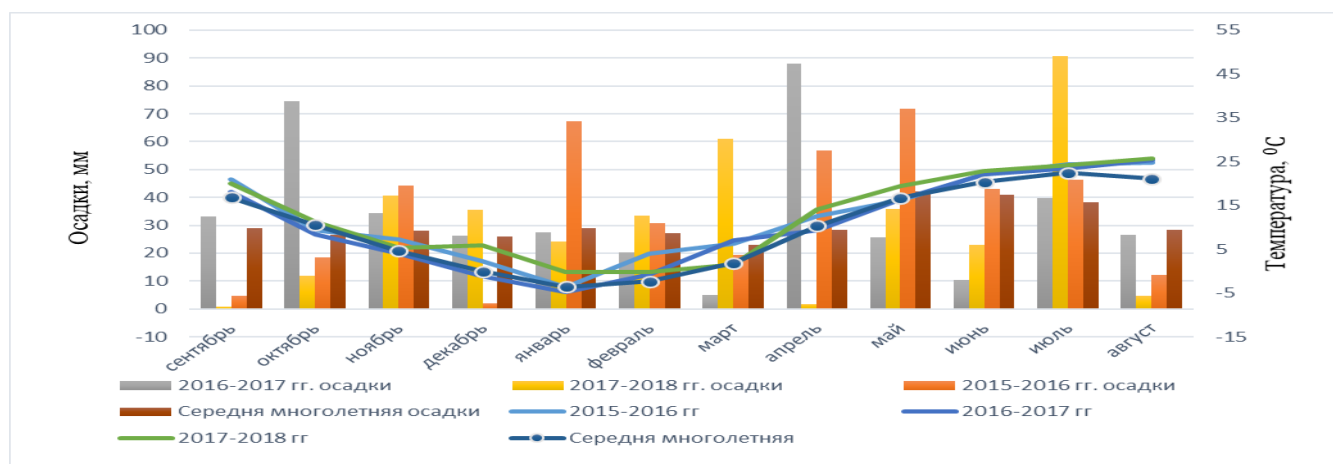


Рис. Погодные условия в период проведения эксперимента

Сумма активных температур, необходимая для получения хорошего урожая озимой пшеницы, составляет 1850°C за период вегетации. По средним многолетним данным метеостанции города Геническа сумма активных температур в данном регионе в период вегетации составляет $1762,7^\circ\text{C}$. В годы проведения исследования сумма активных температур (выше 5°C) составляла $2126,4^\circ\text{C}$ (в 2015–2016 гг.), $1891,7^\circ\text{C}$ (в 2016–2017 гг.) и $2132,3^\circ\text{C}$ (в 2017–2018 гг.). В 2015–2016 гг. сумма осадков в период вегетации составляла $358,7 \text{ мм}$, в 2016–2017 гг. – $344,8 \text{ мм}$, а в 2017–2018 гг. – $267,5 \text{ мм}$. В 2017 году была получена наибольшая биологическая урожайность озимой пшеницы (в среднем $3,72 \text{ т га}^{-1}$), что, скорее всего, связано с наиболее благоприятными погодными условиями. Для нормальной перезимовки важна осенняя фаза развития озимой пшеницы. Для нормального развития озимых культур от всходов до прекращения вегетации необходима сумма эффективных температур (выше $+5^\circ\text{C}$) минимум $200\text{--}300^\circ\text{C}$. В годы исследования сумма эффективных

температур составила $228\text{--}360^\circ\text{C}$, наименьшая была зафиксирована в 2017 г. в связи с более поздним сроком посева. Количество осадков сильно влияет на перезимовку и биологическую урожайность озимой пшеницы. Биологическая продуктивность озимой пшеницы имеет сильную корреляционную связь с количеством атмосферных осадков (Гулянов, 2021).

Так оптимальным по количеству осадков в осенний период был 2016 год, когда их величина составила $107,8 \text{ мм}$, что в свою очередь привело к получению наибольшей биологической урожайности в 2017 году.

Наиболее благоприятный вегетационный период в 2016–2017 гг., был в меру увлажнен, а температура воздуха была ниже и более подходящая для роста и развития растений озимой пшеницы.

Учет густоты стояния растений, высоту растений, перезимовку определяли по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур (Методика, 1989). Для учета урожая и определения его структуры определяли биологическую урожайность по

Доспехову (Доспехов, 1985). Статистическую обработку экспериментальных данных провели методом дисперсионного анализа с расчетом наименьшей существенной разницы ($НСР_{05}$) и коэффициента корреляции с использованием программы Microsoft Office Excel 2019.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На величину урожая озимой пшеницы оказывает влияние не только генотип сорта, но и условия его произрастания. Сортные признаки проявляются по-разному в зависимости от состава и плодородия почвы, погодных условий и применяемых агротехнических приемов. Совокупность этих факторов определяет потенциал урожайности сорта в конкретных условиях. При выращивании пшеницы на засоленной почве большое влияние на урожайность имеет солеустойчивость сорта. Устойчивость к засолению почвы у разных сортов значительно изменяется. Практически у всех сортов, где селекция проводилась в районах с сильным засолением, жизнеспособность семян в чистом солевом растворе была выше, чем у тех же сортов, отобранных из районов со средней и слабой засоленностью почвы

(Михня, 2000). У более устойчивых видов и сортов озимой пшеницы засоляющие ионы накапливаются в корневой системе растений, что предотвращает избыточное их поступление в надземные органы (Кирдей, 2021).

Полевая всхожесть достоверно зависела от фактора А (сорт), так у сорта Фермерка она была выше на 6,89%, а самая низкая – у сорта Эпоха Одэска, которая была ниже на 2,21% в сравнении с контрольным сортом Антонивка, выращиваемым в хозяйстве в течении пяти лет на засоленных почвах. Биопрепарат Стимпо в среднем достоверно увеличил полевую всхожесть на 6,36%, а препарат Регоплант – на 3,32% в сравнении с вариантом без обработки. У сорта Эпоха Одэска была наименьшая полевая всхожесть – 75,22%, а применение биопрепаратов Стимпо и Регоплант увеличили всхожесть на 9,56 и 6,44%, соответственно, в сравнении с другими сортами. При этом препарат Стимпо увеличил всхожесть на 4,18–5,38%, а препарат Регоплант только на 1,44–2,38%. Наилучшая полевая всхожесть зафиксирована у сорта Фермерка 87,76 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние всхожести, перезимовки и сохранности посевов на биологическую урожайность озимой пшеницы (в среднем за 2015–2018 гг.)

Фактор А (сорт)	Фактор В (препарат)	Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Выживаемость, %	Коэфф-т кущения	Продуктивная кустистость, шт. на растении	Биологическая урожай-ть, ц га ⁻¹
Антонивка	без препарата	80,32	89,49	81,75	2,43	1,24	26,31
	Регоплант	82,70	89,17	82,37	2,67	1,22	28,74
	Стимпо	85,26	89,82	84,42	2,98	1,18	30,21
Запашна	без препарата	82,32	94,29	87,51	2,07	1,36	29,13
	Регоплант	84,16	94,96	90,64	2,46	1,37	32,90
	Стимпо	87,70	93,34	90,22	2,87	1,33	35,37
Статна	без препарата	83,86	80,21	73,05	2,53	1,38	28,23
	Регоплант	85,30	91,35	82,44	2,79	1,30	30,93
	Стимпо	88,56	93,65	89,86	3,08	1,16	34,15
Фэрмерка	без препарата	87,76	94,19	88,08	2,60	1,23	30,73
	Регоплант	89,26	95,34	88,21	2,84	1,24	35,48
	Стимпо	91,94	94,10	89,15	3,13	1,20	37,97
Эпоха Одэска	без препарата	75,22	89,23	82,24	2,03	1,52	30,17
	Регоплант	81,64	87,60	82,90	2,47	1,44	34,26
	Стимпо	84,78	90,78	84,19	2,58	1,39	36,74
Среднее по фактору А	Антонивка	82,76	89,49	82,85	2,69	1,21	28,42
	Запашна	84,73	94,20	89,46	2,47	1,35	32,47
	Статна	85,91	88,39	81,78	2,80	1,28	31,10
	Фермерка	89,65	94,54	88,48	2,86	1,22	34,73
	Эпоха Одэска	80,55	89,20	83,11	2,36	1,45	33,72
Среднее по фактору В	без препарата	82,06	90,41	84,06	2,52	1,28	28,91
	Регоплант	85,38	91,81	86,35	2,69	1,25	32,46
	Стимпо	88,42	92,34	87,77	2,82	1,21	34,89
Среднее по опыту		85,28	91,52	86,06	2,68	1,25	31,28
$НСР_{0,5}$ по фактору А		1,36	0,95	1,12	0,12	0,04	1,59
$НСР_{0,5}$ по фактору В		1,18	0,74	1,09	0,09	0,04	0,63
$НСР_{0,5}$ по взаимодействию АВ		0,96	0,65	0,89	0,06	0,02	0,36

Перезимовка растений озимой пшеницы в большей степени зависела от сорта. Лучше всех перезимовали сорта Запашна и Фермерка, у которых данный показатель составил 94,20% и 94,54%. Хуже всех перезимовал сорт Статна, у которой на момент возобновления весенней вегетации сохранилось только 88,39% растений. Препараты Стимпо и Регоплант достоверно влияли на перезимовку только на двух сортах. У сорта Статна препарат Стимпо увеличил перезимовку на 13,44%, а препарат Регоплант – на 11,14%. У сорта Эпоха Одэска препарат Стимпо увеличил перезимовку на 9,54%, а препарат Регоплант – на 6,42% в сравнении с контрольным вариантом.

На выживаемость растений озимой пшеницы достоверно повлияли как сортовые особенности, так и применение препаратов Стимпо и Регоплант. Лучшая выживаемость в среднем по фактору А (сорт) была у сортов Фермерка 88,48% и у Запашна – 89,46%, а наименьшая у сорта Статна – 81,78%. По фактору В (препарат): препарат Стимпо увеличил выживаемость в среднем на 3,71 %, а препарат Регоплант – на 2,29% в сравнении с вариантом без обработки.

Коэффициент кущения в среднем по фактору А был выше у сортов Статна – 2,80 и Запашна – 2,86, а самый низкий – у сорта Эпоха Одэска (2,36). Применение биопрепаратов достоверно увеличило данный показатель. Так биопрепарат Стимпо увеличил коэффициент кущения на 11,9%, а биопрепарат Регоплант – на 6,7%.

Самое сильное влияние на продуктивную кустистость имел фактор А. Продуктивная кустистость в среднем по фактору А был выше у сортов Эпоха Одэска – 1,45 штук на растение и Запашна – 1,35 штук на растение, а самый низкий у сорта Антонивка – 1,21 штук на растение. Применение биопрепарата Стимпо достоверно снизило продуктивную кустистость на 5,5%.

На биологическую урожайность достоверно повлияли все изучаемые факторы. В среднем по фактору А самой высокой биологической урожайностью характеризовались сорта Запашна, Фермерка и Эпоха Одэска, а самой низкой – сорта Антонивка (2,84 т га⁻¹) и Статна (3,11 т га⁻¹). Применение биопрепаратов достоверно увеличило данный показатель. Так биопрепарат Стимпо увеличил биологическую урожайность на 27,5%, а биопрепарат Регоплант – на 18,5% в сравнении с вариантом без применения препарата. Самое большое влияние на биологическую урожайность имела полевая всхожесть ($r = 0,62$).

Все сорта озимой пшеницы относятся к среднеранним с длительностью вегетации 272–300 дней. Во время исследования не наблюдалось различий в прохождении фаз вегетации озимой пшеницы. Все сорта относятся по высоте растений к группе среднерослые. Оригинаторами указана высота растений у сортов Статна и Запашна 90 см, у сорта Фермерка – 89 см, а самые высокие – сорт Антонивка (92–96 см) и Эпоха Одэска (92–101 см).

В 2016–2018 гг. средняя высота растений в опыте становила 88,99 см. Высота растений озимой

пшеницы превышала 90 см только у сортов Антонивка и Эпоха Одэска, что соответствует их сортовой особенности, и составила 93,17 см и 94,04 см, соответственно (табл. 2). У остальных сортов высота растений была ниже – 90 см. Хотя у сорта Фермерка была заявлена самая низкая высота из трёх оставшихся сортов, в нашем опыте она составила 89,11 см, тогда как у сорта Статна – 88,05 см, а у сорта Запашна – 86,79 см. Низкие формы пшеницы имеют повышенную солеустойчивость, что связывают в основном со слабой проницаемостью биологических мембран короткостебельных форм и с большей уплотнённостью и меньшими размерами клеток низкорослых форм (Шихмуратов, 2019). Поскольку сорт Фермерка самый низкий из исследованных сортов, то возможно это повлияло на самую высокую биологическую урожайность (3,47 т га⁻¹). У сортов Антонивка и Статна не было существенной разницы по высоте растений у вариантов с применением биопрепаратов. В среднем по фактору В биопрепараты Стимпо и Регоплант увеличили высоту растений достоверно на 1,53 и 2,61 сантиметра.

На количество продуктивных стеблей перед уборкой достоверно повлияли оба изучаемых фактора. В среднем количество продуктивных стеблей по опыту составило 469,11 шт. м⁻². У сортов Запашна, Фермерка и Эпоха Одэска перед уборкой количество продуктивных стеблей превышало средний показатель по опыту на 9,2%, 3,5% и 3,2%, соответственно. У сортов Статна и Эпоха Одэска данный показатель был ниже на 4,5% и 11,5%, чем среднее значение по опыту. По фактору В только применение препарата Стимпо существенно увеличило (на 6,8%) количество продуктивных стеблей в сравнении с вариантом без применения препарата. На количество продуктивных стеблей в средней мере повлияло количество перезимовавших растений ($r = 0,46$) и количество растений перед оставшихся перед уборкой ($r = 0,45$), а полевая всхожесть не оказала влияния.

На количество зерен в колосе существенное влияние имел только фактор В, а именно – применение биопрепарата Стимпо увеличило данный показатель на 6,1% в сравнении с вариантом без применения.

На количество колосков в колосе значительное влияние имел как фактор А, так и фактор В. Среднее по опыту количество колосков в колосе составляло 9,31 шт. У сорта Эпоха Одэска количество колосков в колосе достоверно увеличилось на 12,5% в сравнении со средним значением по опыту, а у сортов Антонивка и Статна – достоверно уменьшилось на 6,7% и 8,3%. При применении препаратов Регоплант и Стимпо данный показатель увеличился на 6,6% и 11,6% в сравнении с вариантом без применения препарата.

Масса 1000 зерен играет большую роль в повышении всхожести и жизнеспособности семян и относится к генетически детерминированному признаку, который сильно контролируется генетической системой сорта (Ковтун и др., 2021). В наших исследованиях масса 1000 зерен по сортам существенно не отличалась и находилась в пределах 36,9–38,83 г. Существенное влияние на этот показатель

оказала только обработка биопрепаратом Стимпо, что привело к увеличению массы 1000 зерен на 7,1%.

Масса зерна с одного колоса составила в среднем по опыту 0,68 г. Заметно – ниже на 7,3% – данный показатель был у сорта Запаша в сравнении со средним показателем по опыту. Выявлена высокая вариабельность массы зерна в одном колосе по сортам: в пределах 0,63–0,71. Самый высокий показатель у сортов Фермерка и Эпоха Одэска. Применение биопрепаратов достоверно увеличило массу зерна в

колосе: препарат Стимпо увеличил данный показатель на 14,1%, а Регоплант – на 7,8% в сравнении с вариантом без применения препарата.

Очень сильная корреляционная связь обнаружена между биологической урожайностью и количеством зерен в колосе ($r = 0,78$), а сильная – с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,74$), с массой зерна в одном колосе ($r = 0,68$) и с массой 1000 зерен ($r = 0,65$).

Таблица 2. Биологическая урожайность и структура урожая озимой пшеницы (в среднем за 2016–2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Высота растения, см	Кол-во продуктивных стеблей перед уборкой, шт м ⁻²	Длина колоса, см	Кол-во зерен в колосе, шт.	Кол-во колосков в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г	Биолог. урож-ть, ц га ⁻¹
Антонивка	без препарата	92,43	407,13	7,89	17,74	8,37	36,43	0,65	26,31
	Регоплант	93,27	414,23	8,13	18,68	8,63	37,14	0,69	28,74
	Стимпо	93,81	424,56	8,36	18,60	9,07	38,25	0,71	30,21
Запашна	без препарата	85,72	489,47	7,97	16,85	8,57	35,31	0,60	29,13
	Регоплант	86,47	522,80	8,43	16,80	9,43	37,46	0,63	32,90
	Стимпо	88,17	525,13	8,59	17,64	9,84	38,19	0,67	35,37
Статна	без препарата	87,34	424,13	8,13	17,48	8,40	38,08	0,67	28,23
	Регоплант	88,17	458,40	8,28	17,31	8,53	38,97	0,67	30,93
	Стимпо	88,64	461,27	8,42	18,77	8,68	39,45	0,74	34,15
Фермерка	без препарата	88,19	473,60	7,78	18,10	8,73	35,85	0,65	30,73
	Регоплант	88,91	489,87	8,88	19,28	9,89	37,56	0,72	35,48
	Стимпо	90,22	493,31	8,97	19,59	10,03	39,3	0,77	37,97
Эпоха Одэска	без препарата	92,54	470,13	9,23	17,64	9,83	36,38	0,64	30,17
	Регоплант	94,36	485,73	8,71	18,49	10,25	38,14	0,71	34,26
	Стимпо	95,22	496,87	8,54	18,55	11,33	39,86	0,74	36,74
Среднее по фактору А	Антонивка	93,17	415,31	8,13	18,34	8,69	37,27	0,68	28,42
	Запашна	86,79	512,47	8,33	17,10	9,28	36,99	0,63	32,47
	Статна	88,05	447,93	8,28	17,85	8,54	38,83	0,69	31,10
	Фермерка	89,11	485,59	8,54	18,99	9,55	37,57	0,71	34,73
	Эпоха Одэска	94,04	484,24	8,83	18,23	10,47	38,13	0,70	33,72
Среднее по фактору В	без препарата	89,24	452,89	8,20	17,56	8,78	36,41	0,64	28,91
	Регоплант	90,24	474,21	8,49	18,11	9,35	37,85	0,69	32,46
	Стимпо	91,21	480,23	8,58	18,63	9,79	39,01	0,73	34,89
Среднее по опыту		90,23	469,11	8,42	18,10	9,31	37,76	0,68	32,09
НСР _{0,5} по фактору А		1,54	20,14	0,42	0,93	0,59	1,32	0,04	1,59
НСР _{0,5} по фактору В		1,36	20,03	0,21	0,92	0,49	0,96	0,04	0,63
НСР _{0,5} по взаимодействию АВ		0,78	9,97	0,11	0,36	0,27	0,43	0,03	0,36

ВЫВОДЫ

При выращивании озимой мягкой пшеницы на засоленных почвах ее биологическая урожайность сильно изменялась. На биологическую урожайность достоверно повлияли оба изучаемых фактора. В среднем по фактору А (сорт) высокой биологической урожайностью характеризовались сорта Запашна, Фермерка и Эпоха Одэська ($3,25\text{--}3,47\text{ т га}^{-1}$), а низкой – сорта Антонивка ($2,64\text{ т га}^{-1}$) и Статна ($2,99\text{ т га}^{-1}$). У сорта Статна биологическая урожайность снизилась за счет низкого процента перезимовки: на момент возобновления весенней вегетации сохранилось

только 88,39% растений, а также низкой выживаемости – 81,78%. Применение биопрепаратов достоверно увеличило данный показатель. Так, биопрепарат Стимпо увеличил биологическую урожайность в среднем на 27,5%, а биопрепарат Регоплант – на 18,5% в сравнении с вариантом без применения препарата. Самую высокую корреляцию биологическая урожайность имела с полевой всхожестью и количеством зерен в колосе, и менее выраженную, но тоже сильную – с количеством продуктивных стеблей, массой зерна в одном колосе и массой 1000 зерен ($r = 0,65\text{--}0,78$).

Список литературы

- Гулянов Ю. А. Изменение региональных климатических условий и продуктивность озимой пшеницы в степной зоне Европейской России // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4(28). С. 58–68.
- Демьянова-Рой Г. Б., Бахвалова С. А. Оценка перезимовки и сохранности растений озимой пшеницы // Плодородие. 2024. № 5. С. 60–63.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки данных). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Зеленская Г. М., Шашлов В. О. Действие биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы // Научно-агрономический журнал. 2022. № 2(117). С. 44–49.
- Кирдей Т. А. Гумусовые кислоты повышают устойчивость пшеницы к прогрессирующему засолению // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 23–26.
- Ковтун В. И., Ковтун Л. Н., Майорова К. А. Новые генетические источники высокой урожайности зерна пшеницы мягкой озимой // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8. С. 40–46.
- Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. № 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: ГОСАГРОПРОМ СССР, 1989. 195 с.
- Михня Н. И. Изменчивость признака солеустойчивости в популяции районированных сортов томата в Молдове: межд. науч.-практ. конф. «Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке». Москва, 24–27 июля 2000 года. Т. 2. С. 81–82.
- Ньямбосе Дж., Сапожников С. Н., Чернова Л. С., Ипполитов М. А., Завалин А. А. Эффективность применения биопрепаратов и азотного удобрения на яровой пшенице // Плодородие. 2023. № 4. С. 82–86.
- Степанова Е. С. Урожайность видов и сортов озимой пшеницы в зависимости от применения биопрепаратов на засоленных почвах // Земледелие. 2025. № 1. С. 7–10. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-1-16-19
- Шихмуратов А. З. Влияние солевого стресса на культурные растения // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 2(38). С. 179–185.
- Effect of Salts Stress on the Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) / N. A. Kalhoro, I. Rajpar, S. A. Kalhoro, et al. // American Journal of Plant Sciences. 2016. Vol. 7. P. 2257–2271.
- Yuan F., Guo J., Shabala S. and Wang B. Reproductive Physiology of Halophytes: Current Standing // Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 9. P. 1954. DOI: 10.3389/fpls.2018.01954.

References

- Gulyanov YU. A. Izmenenie regional'nykh klimaticheskikh uslovii i produktivnost' ozimoi pshenitsy v stepnoi zone Evropeiskoi Rossii [Changes in regional climatic conditions and the productivity of winter wheat in the steppe zone of European Russia] // *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki*, 2021, no. 4(28), pp. 58–68.
- Dem'yanova-Roi G. B., Bakhvalova S. A. Otsenka perezimovki i sokhrannosti rastenii ozimoi pshenitsy [Assessment of overwintering and preservation of winter wheat plants] // *Plodородие*, 2024, no. 5, pp. 60–63.
- Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki dannykh)*. [Field experience methodology (with the basics of statistical data processing)]. Moskva.: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- Zelenskaya G. M., Shashlov V. O. Deistvie biopreparatov na urozhainost' ozimoi pshenitsy. [The effect of biologics on the yield of winter wheat] // *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*, 2022, no. 2 (117), pp. 44–49.
- Kirdei T. A. Gumusovye kisloty povyshayut ustoichivost' pshenitsy k progressiruyushchemu zasoleniyu [Humic acids increase wheat's resistance to progressive salinization] // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2021, no. 12. pp. 23–26.
- Kovtun V. I., Kovtun L. N., Maiorova K. A. Novye geneticheskie istochniki vysokoi urozhainosti zerna pshenitsy myagkoi ozimoi, [New genetic sources of high yield of soft winter wheat] // *Vestnik KraSGAU*, 2021, no. 8, pp. 40–46.
- Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vypusk no. 2. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury*. [Methodology of the State variety testing of agricultural crops. Issue No. 2. Cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops] Moskva.: GOSAGROPROM SSSR, 1989. 195 p.

- Mikhnya N. I. *Izmenchivost' priznaka soleustoichivosti v populyatsii raionirovannykh sortov tomata v Moldove* [Variability of the salt tolerance trait in the population of zoned tomato varieties in Moldova]: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Selektsiya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur v XXI veke» Moskva. 24–27 iyulya 2000, Vol. 2. pp. 81–82.
- N'yambose Dzh., Sapozhnikov S. N., Chernova L. S., Ippolitov M. A., Zavalin A. A. Ehffektivnost' primeneniya biopreparatov i azotnogo udobreniya na yarovoi pshenitse [The effectiveness of the use of biological products and nitrogen fertilizers on spring wheat] // *Plodorodie*, 2023, no. 4, pp. 82–86.
- Stepanova E. S. Urozhainost' vidov i sortov ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot primeneniya biopreparatov na zasolennykh pochvakh [Productivity of winter wheat species and varieties depends on the use of biological products on saline soils] // *Zemledelie*, 2025, no. 1, pp. 7–10. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-1-16-19
- Shikhmuradov A. Z. Vliyanie solevogo stressa na kul'turnye rasteniya [The effect of salt stress on cultivated plants] // *Problemy razvitiya APK regiona*, 2019, no. 2(38). pp. 179–185.
- Effect of Salts Stress on the Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) / N. A. Kalhoro, I. Rajpar, S. A. Kalhoro, et al. // *American Journal of Plant Sciences*. 2016. Vol. 7. pp. 2257–2271.
- Yuan F., Guo J., Shabala S. and Wang B. Reproductive Physiology of Halophytes: Current Standing // *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 9. P. 1954. DOI: 10.3389/fpls.2018.01954