

АДАПТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

ADAPTIVE TECHNIQUES FOR INCREASING YIELDS AND DROUGHT RESISTANCE OF WINTER WHEAT IN THE SOUTHERN REGIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Ключевые слова: озимая пшеница, засухоустойчивость, средства химизации, ресурсосберегающая обработка почвы, Циркон, Силиплант, урожайность, прямой посев, дискование.

На юге Нечерноземной зоны России озимая пшеница является ведущей продовольственной культурой, площадь под ее посевами в 2025 г. составляла 15,81 млн га. Однако ее урожайность далека от потенциально возможной, что во многом связано с недостатком увлажнения и избыточным температурным режимом в период вегетации. Цель работы – разработка адаптивных приемов повышения засухоустойчивости озимой пшеницы. В полевом опыте изучена эффективность применения регуляторов роста в повышении засухоустойчивости озимой пшеницы сорта Туранус. Элементы структуры урожая определяли согласно Методике государственного сортоиспытания. Хозяйственную урожайность озимой пшеницы устанавливали при уборке комбайном РСМ 161. Оценку засухоустойчивости проводили по общепринятым индексам. В среднем за 3 года применение адаптивных приемов при возделывании озимой пшеницы способствовало увеличению числа растений культуры к уборке. Применение регуляторов роста, в особенности Силипланта, повышало данный показатель на 21% по всем фонам обработки почвы и не оказывало достоверного влияния на изменение озерненности колоса и массу 1000 семян культуры. Максимальная прибавка биологической урожайности отмечена на делянках с Силиплантом – 15%, в сравнении с контролем. Комплексный анализ индексов засухоустойчивости свидетельствует о снижении колебаний продуктивности озимой пшеницы при использовании регуляторов роста в условиях недостатка влаги по сравнению с оптимальными периодами вегетации вне зависимости от системы обработки почвы. Анализ влияния агроприемов на индексы адаптивности показал, что использование препаратов «Циркон» и «Силиплант» значительно снижает абиотический стресс на растения озимой пшеницы. Обработка семян озимой пшеницы регуляторами роста способствовала увеличению сбора продукции в среднем по фонам обработки почвы на

варианте с Цирконом на уровне 0,28 т/га, с Силиплантом – порядка 0,56 т/га.

Keywords: winter wheat, drought resistance, chemicals, resource-saving tillage, Tsirkon growth promoter, Siliplant micronutrient fertilizer, yield, direct sowing, disk plowing.

In the south of the Non-Chernozem zone of Russia, winter wheat is the leading food crop; the area under winter wheat in 2025 was 15.81 million ha but the yielding capacity was far from potentially possible which was largely due to the lack of moisture and excessive temperature conditions during the growing season. The research goal was to develop adaptive techniques for increasing the drought resistance of winter wheat. The effectiveness of the use of growth promoters to increase the drought resistance of winter wheat of the Turanus variety was studied in a field experiment. The elements of the yield formula were determined according to the State Variety Testing Methodology. The economic yield of winter wheat was determined during harvesting using the RSM 161 combine harvester. The drought resistance was assessed by the conventional indices. On three-year average, the use of adaptive techniques in winter wheat growing contributed to increased number of plants by the time of harvest. The application of growth promoters, Siliplant in particular, increased this indicator by 21% against all tillage backgrounds and did not have a significant effect on the kernel percentage or thousand-kernel weight. The maximum increase of biological yield was observed in the Siliplant plots which amounted to 15% compared to the control. The comprehensive analysis of drought resistance indices demonstrated that the use of growth promoters reduced the variability of winter wheat productivity under dry conditions as compared to optimal growing periods regardless of the tillage system. The analysis of the effect of agricultural practices on adaptability indices showed that the use of Tsirkon and Siliplant significantly reduced abiotic stress on winter wheat plants. The treatment of winter wheat seeds with the growth promoters increased the average yield by 0.28 t ha (Tsirkon) and by 0.56 t ha (Siliplant).

Трубкин Михаил Сергеевич, аспирант, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Российская Федерация, e-mail: trubkin-m-s@mail.ru.

Бочкарев Дмитрий Владимирович, д.с.-х.н., профессор, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Российская Федерация, e-mail: BochkaevDV@yandex.ru.

Тюкина Екатерина Владимировна, к.с.-х.н., доцент, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Российская Федерация, e-mail: tyukinakatya@yandex.ru.

Тюкина Юлия Александровна, студент, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Российская Федерация, e-mail: kafedra_paz@agro.mrsu.ru.

Trubkin Mikhail Sergeevich, post-graduate student, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, e-mail: trubkin-m-s@mail.ru.

Bochkarev Dmitry Vladimirovich, Dr. Agr. Sci., Prof., National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, e-mail: BochkaevDV@yandex.ru.

Tyukina Ekaterina Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, e-mail: tyukinakatya@yandex.ru.

Tyukina Yuliya Aleksandrovna, student, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, e-mail: kafedra_paz@agro.mrsu.ru.

Введение

На юге Нечерноземной зоны России озимая пшеница является ведущей продовольственной культурой, площадь под ее посевами в 2025 г. составляла 15,81 млн га. Однако ее урожайность далека от потенциально возможной, что во многом связано с недостатком увлажнения и избыточным температурным режимом в период вегетации [1-4].

Согласно отчету WWF в России за последние 10 лет среднегодовая температура воздуха возросла почти на 0,5°C. Теплеют все сезоны и почти во всех регионах.

При этом долгосрочный тренд годовых осадков в РФ показывает неуклонное их снижение, в ряде регионов сезонные изменения составляют до 40-50% за 40 лет [5]. По обобщенным данным из-за недостатка увлажнения мировое производство сельскохозяйственных культур за последние шесть десятилетий сократилось на 12% [6-8].

В условиях богарного земледелия уровень влагообеспеченности сельскохозяйственных растений можно отчасти регулировать за счет базовых приемов технологии, позволяющих сберечь влагу и адаптировать культуру к неблагоприятному стрессовому воздействию. К таким приемам относятся ресурсосберегающая обработка почвы и применение росторегулирующих препаратов регуляторов роста [8-17].

В условиях юга Нечерноземной зоны впервые было изучено комплексное действие приемов обработки почвы, направленных на влагосбережение, и росторегулирующих препаратов при возделывании озимой пшеницы, размещенной после непарового предшественника масличного льна. В качестве регуляторов роста бы-

ли использованы Циркон на основе природного соединения гидроксикоричных кислот и жидкое удобрение на основе биофильного кремния Силиплант. Актуальность их применения для снижения стресса, вызванного недостатком влаги у растений озимой пшеницы, обосновано тем, что они индуцируют устойчивость к дегидратации тканей и клеток, стимулируют водный метаболизм, восполняют баланс биологически активных веществ, контролирующих адаптацию к температурному, водному, световому и другим видам стресса [18, 19].

Цель исследования – разработка адаптивных приемов повышения засухоустойчивости озимой пшеницы. **Задачи:** определить элементы структуры урожая озимой пшеницы под действием ресурсосберегающих приемов обработки почвы и росторегулирующих препаратов; определить биологическую и хозяйственную урожайность озимой пшеницы; определить влияние агроприемов на индексы адаптивности озимой пшеницы в условиях юга нечерноземной зоны РФ.

Объект и методы

Объектом исследований явился поиск адаптивных приемов повышения засухоустойчивости озимой пшеницы.

Экспериментальная часть

В 2023-2025 гг. в ЗАО «Мордовский бекон» Ковылкинского района Республики Мордовия был заложен производственный опыт по следующей схеме: Фактор А: 1) дискование (на 10-12 см с осени); 2) прямой посев. Фактор В: 1) контроль; 2) Циркон; 3. Силиплант.

Использовали препараты «Циркон» (0,1 г/л смеси гидроксикоричных кислот) в норме 50 мл/т и «Силиплант» (Si – не менее 7%; K – 1%; Fe – 0,30 г/л; Mg – 0,10 г/л; Cu – 0,70 г/л; Zn – 0,08 г/л; Mn – 0,30 г/л; Mo – 0,06 г/л; Co – 0,015 г/л, B – 0,090 г/л) в норме 60 мл/т. Регуляторы роста применяли при предпосевной подготовке семян совместно с инсектофунгицидными протравителями Грандсил Ультра, КС (флутриафол 75 г/л + тебуконазол 45 г/л + имазалил 20 г/л 0,4 л/т) + Стрит, КС (имidakлоприд, 600 г/л 0,6 л/т). Сорт озимой пшеницы Туранус. Норма высева – 5 млн всхожих семян (230 кг/га). Опыт был заложен методом расщепленных делянок, в четырехкратной повторности. Озимая пшеница возделывалась в четырехпольном севообороте со следующей схемой: лен, озимая пшеница, яровая пшеница, горох (вторая ротация севооборота). После уборки яровой и озимой пшеницы в севообороте применяли гербицид сплошного действия Глифор (глифосат кислоты, 540 г/л) в норме 3 л/га, при возделывании озимой пшеницы – гербицид Арбалет (2,4 Д (2-этилгексильный эфир + Флорасулам) в норме 0,5 л/га, Гран-при (трибенурон-метил, 750 г/л) в норме 0,015 кг/га и Тайгер 100 (феноксапроп-П-этил (69 г/л) + клоkwинтосет-мексил (34,5 г/л)) в норме 0,75 л/га. Все гербициды применяли в баковой смеси в конце фазы кущения. Почва опытного участка –

чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса от 5,6 до 5,9%, $pH_{\text{сол}}$ – 6,2–6,4, P_2O_5 – 102–114 мг/кг, K_2O – 136–196 мг/кг. ГТК за вегетацию в 2023 г. составил 1,1, 2024 г. – 0,3, в 2025 г. – 1,2. Сложившиеся в годы исследований погодные условия характерны для климата юга Нечерноземной зоны. Оценку засухоустойчивости проводили по общепринятым индексам.

Элементы структуры урожая определяли согласно Методике государственного сортоиспытания [20]. Хозяйственную урожайность озимой пшеницы определяли при уборке комбайном РСМ 161.

Результаты исследований и их обсуждение

Огромную роль в формировании урожайности зерновых культур оказывает такой элемент структуры, как число растений на единицу площади. Проведенные нами исследования выявили, что во все годы изучаемые факторы оказывали статистически подтвержденное влияние на данный показатель (табл. 1). В среднем по опыту за годы исследований число растений пшеницы к уборке составляло 227 шт/м². На прямом посеве плотность особей культуры была ниже на 13 шт/м² (6%). Применение средств химизации увеличивало данный показатель.

Таблица 1

Влияние адаптивных приемов повышения засухоустойчивости на элементы структуры и урожайность озимой пшеницы в среднем за 2023–2025 гг.

Вариант опыта		Число растений перед уборкой, шт/м ²	Число продуктивных побегов, шт/м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, г
система основной обработки почвы (фактор А)	предпосевная обработка семян (фактор В)					
Дискование	Контроль	210	348	29,2	44,2	438,1
	Циркон	241	398	27,6	44,1	476,2
	Силиплант	251	422	27,0	44,3	499,0
Прямой посев	Контроль	200	330	29,3	43,7	410,7
	Циркон	220	374	28,5	43,4	451,5
	Силиплант	242	396	28,5	42,7	472,7
Среднее, фактор (А)						
Дискование		234	389	27,9	44,2	471,1
Прямой посев		221	367	28,8	43,3	444,9
Среднее, фактор (В)						
Контроль		205	339	29,3	43,9	424,4
Циркон		231	386	28,1	43,7	463,9
Силиплант		247	409	27,8	43,5	485,9
НСР ₀₅ А		10	12	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$
НСР ₀₅ В, АВ		12	15	0,8	1	23,7
НСР ₀₅ ч.р.		17	21	1,4	1,5	33,9

Количество растений при поверхностной обработке Цирконом было больше на 31 шт/м², или на 15%, без обработки – на 20 шт/м², или на 10%. Достоверно выше эффект был от применения Силипланта по всем изучаемым приемам обработки почвы, прибавка составляла порядка 20%. Следует отметить, что при использовании Силипланта достоверных различий по числу растений озимой пшеницы к уборке между дискованием и прямым посевом не отмечено. Помимо числа растений для зерновых культур большое влияние на формирование урожайности оказывает продуктивная кустистость (число продуктивных побегов). Оценивая влияние приемов обработки почвы на изучаемый показатель, выявили, что в среднем за три года использование прямого посева после непарового предшественника (масличного льна) значимо снижало число продуктивных побегов на 18 шт/м² (5%). Применение регуляторов роста, в особенности Силипланта, повышало данный показатель на 21% вне зависимости от фона обработки почвы.

Количество зерен в колосе является одним из основополагающих элементов структуры урожая. Проведенные трехлетние исследования показали, что изучаемые приемы обработки почвы не оказывали достоверного влияния на изменение озерненности колоса. Применение средств химизации достоверно снижало данный показатель, что связано с отрицательной корреляцией между количеством колосьев и зерен в колосе при низком и среднем уровне минерального питания растений [21].

Оценка массы 1000 семян в среднем за годы исследований выявила отсутствие достоверных различий между приемами обработки почвы. На фоне прямого посева использование Силиплан-

та за счет увеличения числа растений и продуктивной кустистости незначительно снижало данный показатель на 3%, или 1 г.

Оценка биологической урожайности зерна озимой пшеницы выявила, что изучаемые ресурсосберегающие приемы обработки почвы не оказывали достоверного влияния на ее изменения. В условиях юга Нечерноземной зоны использование Циркона как по фону дискования, так и прямого посева за счет лучшей сохранности растений и роста элементов структуры, формирующих урожайность, обеспечивало ее прибавку на 9%. Еще больший технологический эффект отмечался при применении Силипланта – 15% при сравнении с вариантами без применения препаратов.

Анализ влияния агроприемов на индексы адаптивности показал, что использование препаратов «Циркон» и «Силиплант» значительно снижает абиотический стресс на растения озимой пшеницы (табл. 2).

Применение Силипланта повышало индекс выносливости (TOL) растений по сравнению с контрольным вариантом как при прямом посеве, так и при дисковании почвы. Аналогично увеличивался показатель индекса толерантности к стрессу STI, рассчитываемый путем умножения урожая в неблагоприятных и нормальных условиях выращивания.

Этот показатель достиг максимального значения на вариантах обработки препаратом «Силиплант». Индекс засухоустойчивости (DI), отражающий уменьшение урожайности в засушливое лето относительно нормального сезона, и степень превышения урожайности в сухие годы над средней величиной, при использовании Силипланта оказался выше на 14-17%, чем в контроле.

Таблица 2

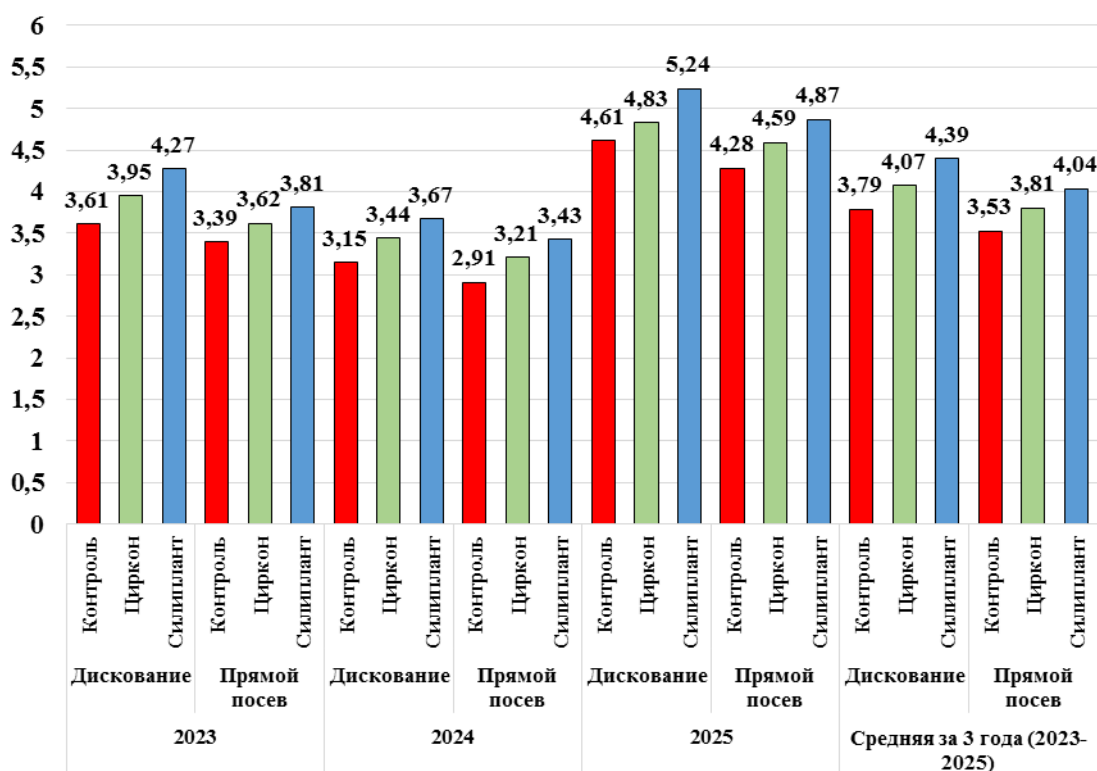
Влияние приемов возделывания на индексы адаптивности озимой пшеницы (2023-2025 гг.)

Вариант опыта		Индексы засухоустойчивости*					
		TOL	YSI	DI	STI	CMP	SSI
Дискование	Контроль	1,40	0,74	0,70	0,74	4,56	1,09
	Циркон	1,29	0,77	0,81	0,77	4,94	0,95
	Силиплант	1,42	0,77	0,83	0,76	5,18	0,99
Прямой посев	Контроль	1,19	0,76	0,68	0,76	4,26	1,01
	Циркон	1,30	0,76	0,75	0,76	4,69	1,00
	Силиплант	1,28	0,77	0,80	0,79	4,90	0,96

Обработка семян Цирконом обеспечила повышение индекса стабильности (YSI) и уменьшения индекса восприимчивости к стрессу (SSI), который показывает разницу в продуктивности растения между неблагоприятным и благоприятным климатическими условиями. Таким образом, использование препаратов средств химизации в предпосевной подготовке семян способствует повышению устойчивости озимой пшеницы к неблагоприятным условиям среды. При разработке адаптивных приемов возделывания культур основным критерием их агрономической

эффективности является хозяйственная урожайность (рис.)

Проведенные трехлетние исследования выявили, что между приемами ресурсосберегающей обработки почвы не было выявлено достоверных различий по их влиянию на урожайность озимой пшеницы. Применение средств химизации во все годы исследований достоверно увеличивали урожайность культуры, прибавка в среднем по фонам обработки почвы составляла от Циркона 0,28 т/га, Силипланта – 0,56 т/га.



НСР₀₅ (среднее за три года) фактор А (обработка почвы) F_ф<F_т, фактор В (предпосевная обработка семян) и АВ 0,23, НСР₀₅ ч.р. 0,37

Рис. Хозяйственная урожайность озимой пшеницы при использовании адаптивных приемов возделывания

Выводы

1. В среднем за 3 года применение адаптивных приемов при возделывании озимой пшеницы способствовало увеличению числа растений культуры к уборке. Применение регуляторов роста, в особенности Силипланта, повышало данный показатель на 21% по всем фонам обработки почвы и не оказывало достоверного влияния на изменение озерненности колоса и массу 1000 семян культуры.

2. Максимальная прибавка биологической урожайности отмечена делянках с Силиплантом – 15%, в сравнении с контролем.

3. Комплексный анализ индексов засухоустойчивости свидетельствует о снижении колебаний продуктивности озимой пшеницы при использовании регуляторов роста в условиях недостатка влаги по сравнению с оптимальными периодами вегетации вне зависимости от системы обработки почвы.

4. Обработка семян озимой пшеницы регуляторами роста способствовала увеличению сбора продукции в среднем по фонам обработки почвы на варианте с Цирконом на уровне 0,28 т/га, с Силиплантом – порядка 0,56 т/га.

Библиографический список

1. Косенко, С. В. Адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Пензенской области / С. В. Косенко. – DOI 10.31367/2079-8725-2024-91-2-75-79. – Текст: непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 75-79. – EDN FKMPBA.
2. Дорохов, Б. А. Засуха 2018 г.: особенности и воздействие на озимую пшеницу в условиях юго-востока ЦЧЗ / Б. А. Дорохов. – Текст: непосредственный // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2018. – №4. – С. 76-80. – EDN YSQBVZ.
3. Дорохов, Б. А. Современные погодные условия и их воздействие на хозяйственные показатели озимой пшеницы / Б. А. Дорохов, Н. М. Васильева. – DOI 10.24411/2500-1000-2019-11762. – Текст: непосредственный // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2019. – № 11-2 (38). – С. 106-111. – EDN HANTZA.
4. Долженко, Д. О. Влияние различных типов засухи на урожайность сортов озимой мягкой пшеницы селекции Самарского НИИСХ / Д. О. Долженко, А. А. Сухоруков, Н. Э. Бугакова. – DOI 10.37313/2782-6562-2024-3-2-12-21. – Текст: непосредственный // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки*. – 2024. – Т. 3, № 2(10). – С. 12-21. – EDN MNKCYR.
5. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации / Б. А. Ашабоков, Л. М. Федченко, А. А. Ташилова [и др.]. – Нальчик: Общество с ограниченной ответственностью «ФРЕГАТ», 2020. – 476 с. – ISBN 978-5-6045060-0-4. – EDN YCVURI. – Текст: непосредственный.
6. Грабовец, А. И. Изменение климата и особенности селекции озимой мягкой пшеницы на продуктивность и адаптивность к нему / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко. – DOI 10.31857/2500-2082/2023/1/20-25. – Текст: непосредственный // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2023. – № 1. – С. 20-25. – EDN OIFLKO.
7. Косенко, С. В. Адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Пензенской области / С. В. Косенко. – DOI 10.31367/2079-8725-2024-91-2-75-79. – Текст: непосредственный // *Зерновое хозяйство России*. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 75-79. – EDN FKMPBA.
8. Кочмина, Е. О. Влагосберегающая эффективность технологии No-till при возделывании озимой пшеницы / Е. О. Кочмина, Н. П. Чекаев. – Текст: непосредственный // *Нива Поволжья*. – 2016. – № 1 (38). – С. 35-41. – EDN YRDLFJ.
9. Черкасов, Г. Н. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации / Г. Н. Черкасов, И. Г. Пыхтин, А. В. Гостев. – Текст: непосредственный // *Земледелие*. – 2017. – № 2. – С. 10-13. – EDN YLMWMN.
10. Бозоров, К. Ш. Влияние различных способов основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы на эродированных типичных сероземах / К. Ш. Бозоров, З. К. Муминова. – Текст: непосредственный // *Актуальные вопросы науки*. – 2018. – № 46. – С. 129-132. – EDN YSNRIL.
11. Сычев, В. Г. Плодородие почв России и пути его регулирования / В. Г. Сычев, С. А. Шафран, С. Б. Виноградова. – DOI 10.31857/S0002188120060125. – Текст: непосредственный // *Агрохимия*. – 2020. – № 6. – С. 3-13. – EDN POXVQI.
12. Лазарев, В. И. Влияние элементов технологий возделывания на влагообеспеченность посевов ярового ячменя в условиях Курской области / В. И. Лазарев, Ж. Н. Минченко. – DOI 10.24412/0044-3913-2023-2-32-36. – Текст: непосредственный // *Земледелие*. – 2023. – № 2. – С. 32-36. – EDN JOVIVA.
13. Горянин, О. И. Влияние предшественников и элементов технологий на эффективность возделывания озимой пшеницы в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин, Б. Ж. Джангабаев, Е. В. Щербинина. – DOI 10.31857/S2500262724030037. – Текст: непосредственный // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2024. – № 3. – С. 15-19. – EDN FVUWCC.
14. Оптимизация технологических операций при возделывании полевых культур в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин, Б. Ж. Джангабаев, Е. В. Щербинина, Л. В. Пронович. – DOI 10.31857/S250026272305006X. – Текст: непосредственный // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2023. – № 5. – С. 34-38. – EDN PKZQKR.

15. Говоркова, С. Б. Рост и развитие озимой пшеницы при использовании регуляторов роста с ретардантными свойствами в условиях Нечерноземной зоны / С. Б. Говоркова, С. И. Воронов. – DOI 10.33920/sel-05-2403-05. – Текст: непосредственный // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2024. – № 3 (224). – С. 59-73. – EDN LMMEON.

16. Кузьминых, И. П. Моделирование урожайности зерна яровой пшеницы в условиях умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края / И. П. Кузьминых, Г. Г. Морковкин, С. В. Жандарова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 7 (189). – С. 5-10. – EDN AERJWV.

17. Власенко, А. Н. Выбор, адаптация и оценка ресурсосберегающих агротехнологий возделывания зерновых культур как сложных систем / А. Н. Власенко, Г. Л. Утенков. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 7(201). – С. 56-60. – EDN CZKKTW.

18. Козлов, А. В. Влияние кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую продуктивность и показатели качества озимой пшеницы и картофеля / А. В. Козлов, И. П. Уромова, А. Х. Куликова. – Текст: непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2016. – № 1-1 (13). – С. 31. – EDN VQSYWN.

19. Вакуленко, В. В. Влияние регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур в различных зонах России / В. В. Вакуленко. – Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 1. – С. 24-26. – EDN TJEZMP.

20. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под редакцией М. А. Федина. – Москва, 1989. – 194 с. – Текст: непосредственный.

21. Chen, M., Zhu, Y.-H., Ren, M.-J., et al. (2022). Does Belt Uniform Sowing Improve Winter Wheat Yield under High Sowing Density? *Agronomy*, 12 (12), 2936. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122936>.

References

1. Kosenko, S. V. Adaptivnyy potentsial sortov ozimoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Penzenskoy oblasti / S. V. Kosenko // Zernovoe kho-

zyaystvo Rossii. – 2024. – Т. 16, No. 2. – S. 75-79. – DOI 10.31367/2079-8725-2024-91-2-75-79.

2. Zasukha 2018 g.: osobennosti i vozdeystvie na ozimuyu pshenitsu v usloviyakh yugo-vostoka TSCHZ / B.A. Dorokhov // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 4. – S. 76-80.

3. Dorokhov, B. A. Sovremennye pogodnye usloviya i ikh vozdeystvie na khozyaystvennye pokazateli ozimoy pshenitsy / B. A. Dorokhov, N. M. Vasileva // Mezhdunarodnyy zhurnal humanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2019. – No. 11-2 (38). – S. 106-111. – DOI 10.24411/2500-1000-2019-11762.

4. Dolzhenko, D. O. Vliyanie razlichnykh tipov zasukhi na urozhaynost sortov ozimoy myagkoy pshenitsy seleksii Samarskogo NIISKh / D. O. Dolzhenko, A. A. Sukhorukov, N. E. Bugakova // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Selskokhozyaystvennye nauki. – 2024. – Т. 3, No. 2 (10). – S. 12-21. – DOI 10.37313/2782-6562-2024-3-2-12-21.

5. Prostranstvenno-vremennoe izmenenie klimata yuga evropeyskoy territorii Rossii, otsenka ego posledstviy, metody i modeli adaptatsii / B. A. Ashabokov, L. M. Fedchenko, A. A. Tashilova [i dr.]. – Nalchik: ООО "FREGAT", 2020. – 476 s.

6. Grabovets, A. I. Izmenenie klimata i osobennosti seleksii ozimoy myagkoy pshenitsy na produktivnost i adaptivnost k nemu / A. I. Grabovets, M. A. Fomenko // Vestnik rossiyskoy selskokhozyaystvennoy nauki. – 2023. No. 1. – S. 20-25. – DOI 10.31857/2500-2082/2023/1/20-25.

7. Kosenko, S. V. Adaptivnyy potentsial sortov ozimoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Penzenskoy oblasti / S. V. Kosenko // Zernovoe khozyaystvo Rossii. – 2024. – Т. 16, No. 2. – S. 75-79. – DOI 10.31367/2079-8725-2024-91-2-75-79.

8. Kochmina, E. O. Vlagosberegayushchaya effektivnost tekhnologii No-till pri vozdeylivanii ozimoy pshenitsy / E. O. Kochmina, N. P. Chekaev // Niva Povolzhya. – 2016. – No. 1 (38). – S. 35-41.

9. Cherkasov, G. N. Areal primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh obrabotok pri vozdeylivanii kolosovykh kultur na territorii Evropeyskoy chasti Rossiyskoy Federatsii / G. N. Cherkasov, I. G. Pykhtin, A. V. Gostev // Zemledelie. – 2017. – No. 2. – S. 10-13.

10. Bozorov, K. Sh. Vliyanie razlichnykh sposobov osnovnoy obrabotki pochvy na urozhaynost ozimoy pshenitsy na erodirovannykh tipichnykh serozemakh / K. Sh. Bozorov, Z. K. Muminova

// Aktualnye voprosy nauki. – 2018. – No. 46. – S. 129-132.

11. Sychev, V. G. Plodorodie pochv Rossii i puti ego regulirovaniya / V. G. Sychev, S. A. Shafran, S. B. Vinogradova // Agrokimiya. – 2020. – No. 6. – S. 3-13. – DOI 10.31857/S0002188120060125.

12. Lazarev, V. I. Vliyanie elementov tekhnologiy vozdeliyvaniya na vlogoobespechennost posevov yarovogo yachmenya v usloviyakh Kurskoy oblasti / V. I. Lazarev, Zh. N. Minchenko // Zemledelie. – 2023. – No. 2. – S. 32-36. – DOI 10.24412/0044-3913-2023-2-32-36.

13. Goryanin, O. I. Vliyanie predshestvennikov i elementov tekhnologiy na effektivnost vozdeliyvaniya ozimoy pshe-nitsy v zasushlivykh usloviyakh Povolzhya / O. I. Goryanin, B. Zh. Dzhangabaev, E. V. Shcherbinina // Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. – 2024. – No. 3. – S. 15-19. – DOI 10.31857/S2500262724030037.

14. Optimizatsiya tekhnologicheskikh operatsiy pri vozdeliyvanii polevykh kultur v zasushlivykh usloviyakh Povolzhya / O. I. Goryanin, B. Zh. Dzhangabaev, E. V. Shcherbinina, L. V. Pronovich // Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. – 2023. – No. 5. – S. 34-38. – DOI 10.31857/S250026272305006X.

15. Govorkova, S. B. Rost i razvitie ozimoy pshe-nitsy pri ispolzovanii regulyatorov rosta s retardantnymi svoystvami v usloviyakh Nechernozemnoy zony / S. B. Govorkova, S. I. Voronov // Kormlenie selskokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo. – 2024. – No. 3 (224). – S. 59-73. – DOI 10.33920/sel-05-2403-05.

16. Kuzminykh, I. P. Modelirovanie urozhaynosti zerna yarovoy pshe-nitsy v usloviyakh umerenno-zasushlivoy kolochnoy stepi Altayskogo kraya / I. P. Kuzminykh, G. G. Morkovkin, S. V. Zhandarova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 7 (189). – S. 5-10.

17. Vlasenko, A. N. Vybora, adaptatsiya i otsenka resursoberegayushchikh agrotekhnologiy vozdeliyvaniya zernovykh kultur kak slozhnykh sistem / A. N. Vlasenko, G. L. Utenkov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 7 (201). – S. 56-60.

18. Kozlov, A. V. Vliyanie kremniysoderzhashchikh stimulyatorov rosta na biologicheskuyu produktivnost i pokazateli kachestva ozimoy pshe-nitsy i kartofelya / A. V. Kozlov, I. P. Uromova, A. Kh. Kulikova // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2016. – No. 1-1 (13). – S. 31.

19. Vakulenko, V. V. Vliyanie regulyatorov rosta na urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur v razlichnykh zonakh Rossii / V. V. Vakulenko // Zernovoe khozyaystvo Rossii. – 2015. – No. 1. – S. 24-26.

20. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur: Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kultury / pod red. M.A. Fedina. – Moskva, 1989. – 194 s.

21. Chen, M., Zhu, Y.-H., Ren, M.-J., et al. (2022). Does Belt Uniform Sowing Improve Winter Wheat Yield under High Sowing Density? *Agronomy*, 12 (12), 2936. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122936>.



УДК 58.085:634.2

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-261-7-17-24

А.О. Авакимян, М.А. Амосова

A.O. Avakimyan, M.A. Amosova

ВЛИЯНИЕ ЦИТОКИНИНОВ НА МУЛЬТИПЛИКАЦИЮ ПОДВОЕВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР *IN VITRO*

EFFECT OF CYTOKININS ON MULTIPLICATION OF STONE FRUIT ROOTSTOCKS *IN VITRO*

Ключевые слова: косточковые культуры, *in vitro*, клональное микроразмножение, подвои, фитогормоны, цитокинины, кинетин, тидиазурон, 6-бензиламинопури, коэффициент размножения.

Keywords: stone fruit crops, *in vitro*, clonal micro-propagation, rootstocks, phytohormones, cytokinins, kinetin, thidiazuron, 6-benzylaminopurine, multiplication factor.