

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

И.Ю. КУЗНЕЦОВ, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0002-7849-5897,

E-mail: kuznecov_igor74@mail.ru

Ф.Ф. АВСАХОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0003-3929-1637,

E-mail: firdavis.avsakhov@mail.ru

Н.С. АНОХИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0002-9872-2612,

E-mail: anokhina.ns@yandex.ru

Э.Р. ДАУТОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,

E-mail: dautovailmira74@yandex.ru

А.Г. ЯГУДИН, аспирант, E-mail: aygiz.yagudin@mail.ru

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, Г. УФА

Аннотация. *Озимая пшеница – одна из важнейших, наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Целью исследований являлось определение параметров экологической пластичности и стабильности признака масса 1000 зерен у сортов и линий озимой мягкой пшеницы в условиях Республики Башкортостан. Объект исследований – 11 сортов и линий озимой мягкой пшеницы. Проведены исследования индекса условий среды, коэффициента экологической пластичности и стабильности, мультипликативности, адаптивности, а также устойчивости к стрессу и компенсаторной способности. По результатам исследований 2021-2024 гг. можно сделать вывод, что наиболее благоприятным для возделывания озимой мягкой пшеницы был 2022 г. (с индексом среды 1,40). Большей отзывчивостью ($bi > 1$) на улучшение условий среды обладали сортообразцы: Новоершовская, Сарра, Анастасия и Безенчукская 380 ($bi = 1,33 \div 1,94$). Наибольшей отзывчивостью в опыте отмечен сорт Новоершовская имеющий $bi = 1,94$. По результатам проведенных расчетов, наиболее пластичными являются сорта Новоершовская и Волжская К (К.А. = $103,06 \div 103,14\%$). Менее адаптивным оказался сорт Сарра (К.А. = $102,5\%$), слегка превысив стандарт. Сорта и линии: Безенчукская 380, У 214, Калач 60, Волжская К и А 312 (ИЭП = $1,07 \div 1,38$) характеризуются как пластичные (по А. А. Грязнову). Высокие значения коэффициента мультипликативности отмечены у сортов озимой мягкой пшеницы: Московская 39, Безенчукская 380, Анастасия и Новоершовская (КМ = $2,01 \div 3,05$). Высокой стрессоустойчивостью характеризуются сорта озимой мягкой пшеницы Калач 60, Башкирская 10 и линия У 214 ($Y_{min} - Y_{max} = -1,0 \div -2,5$).*

Ключевые слова: озимая пшеница, селекция, адаптивный потенциал, стабильность сорта, масса 1000 зерен.

Для цитирования: Кузнецов И.Ю., Авсахов Ф.Ф., Анохина Н.С., Даутова Э.Р., Ягудин А.Г. Адаптивный потенциал сортов и линий озимой мягкой пшеницы в условиях Республики Башкортостан. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 1 (57):113-121
DOI: 10.24412/2309-348X-2026-1-113-121

ADAPTIVE POTENTIAL OF VARIETIES AND LINES OF WINTER MILD WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

I.Yu. Kuznetsov, F.F. Avsakhov, N.S. Anokhina, E.R. Dautova, A.G. Yagudin

BASHKIR STATE AGRARIAN UNIVERSITY, Ufa

Abstract: *Winter wheat is one of the most important, valuable, and high-yielding grain crops. The purpose of this study was to determine the parameters of ecological plasticity and stability of the "1000-grain weight" trait in varieties and lines of winter soft wheat under the conditions of the republic of Bashkortostan. The object of the study was 11 varieties and lines of winter soft wheat. The standard variety was Bezenchukskaya 380, developed by the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences. Research was conducted on the index of environmental conditions, the coefficient of ecological plasticity and stability, multiplicativity, adaptability, as well as stress resistance and compensatory capacity. Based on the results of the 2021-2024 studies, it can be concluded that the most favorable year for the cultivation of winter soft wheat was 2022 (with an index of 1.40). The following varieties were more responsive ($bi > 1$) to improved environmental conditions: Novoershovskaya, Sarra, Anastasia, and Bezenchukskaya 380 ($bi = 1,33 \div 1,94$). The Novoershovskaya variety, which has a bi value of 1.94, was found to be the most responsive in the experiment. According to the results of the calculations, the most adaptable varieties are Novoershovskaya and Volzhskaya K ($K.A. = 103.06 \div 103.14\%$). The Sarra variety ($K.A. = 102.5\%$) was slightly more adaptable than the standard. Varieties and lines: Bezenchukskaya 380, U 214, Kalach 60, Volzhskaya K, and A 312 ($IEP = 1.07 \div 1.38$) are characterized as plastic (according to A. A. Gryaznov). High values of the multiplicative coefficient were noted for the following varieties of winter soft wheat: Moskovskaya 39, Bezenchukskaya 380, Anastasia, and Novoershovskaya ($KM = 2.01 \div 3.05$). The varieties of winter soft wheat Kalach 60, Bashkirskaya 10, and line U 214 are characterized by high stress resistance ($Y_{min} - Y_{max} = -1.0 \div -2.5$).*

Keywords: winter wheat, breeding, adaptive potential, variety stability, weight of 1000 grains.

Введение

Ведущей отраслью аграрного комплекса в Российской Федерации является производство зерновой продукции, обеспечивающей продовольственную безопасность и экспортный потенциал страны [1]. Озимая пшеница – одна из важнейших, наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Однако, урожайность этой культуры не достаточно высокая и резко колеблется по годам [2]. В современных рыночных условиях, в соответствии с многосторонним использованием пшеницы и необходимостью удовлетворения потребностей страны, актуально повышение ее урожайности и качества зерна [3, 4]. По мнению В.В. Мамеева и В.М. Никифорова (2015), внедрение в производство сортов с высоким адаптивным потенциалом позволит стабилизировать производство зерна в различные годы, как по увлажнению, так и по тепловому режиму. При этом сорта должны быть экологически пластичными и обладать индивидуальной реакцией на изменения климатических и метеорологических условий. Оценка реакции сорта на изменение условий выращивания позволит решать вопросы точного земледелия с подбором сортов для каждого хозяйства и элемента агроландшафта [5]. Использование селекционных индексов является эффективным методом выявления основных физиологических и генетических систем, обеспечивающих высокую урожайность в конкретных условиях среды [6, 7].

Как правило, в полевых условиях происходит сложное взаимодействие множества факторов и высокая продуктивность сорта проявляется за счет его устойчивости к целому комплексу таких факторов [8]. Выявлена тенденция увеличения урожайности от твердых к мягким сортам, среди сортов мягкой пшеницы – от раннеспелой к среднепоздней группе [9, 10]. Особо актуально на современном этапе создание экологически устойчивых сортов (форм средней интенсивности), способных давать, пусть не высокую, но стабильную урожайность применительно к любым условиям [11, 12]. Главный акцент обращается на увеличение качества зерна, в т.ч. крупности. Сорта с крупным зерном более устойчивы к лимитирующим факторам среды и характеризуются высоким выходом продукции [13]. Масса 1000 зерен, по мнению большинства исследователей, соответствует критерию адаптивности, так как является признаком, который характеризует конечный результат взаимодействия сорта и среды в процессе формирования продуктивности [14].

Обзор проведенных исследований по изучению адаптивного потенциала, экологической пластичности и стабильности на озимой мягкой пшенице показывает высокий интерес к данной проблеме. Признак масса 1000 зерен позволяет целенаправленно отбирать новый гибридный и селекционный материал, способствуя увеличению урожайности создаваемых сортов. Возникает необходимость проведения комплексных исследований с имеющимися сортообразцами озимой мягкой пшеницы коллекционного материала Башкирского ГАУ.

Цель исследований – оценка адаптивного потенциала сортов и линий озимой мягкой пшеницы по признаку масса 1000 зерен для выбора лучших генотипов в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан.

Материалы, представленные в статье, получены в рамках реализации стратегического проекта «Ускоренная селекция и воспроизводство сельскохозяйственных культур с заданными хозяйственно-полезными признаками» ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ по программе стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Материалы и методы

Полевые опыты проводились в 2021-2024 годах на опытных полях учебно-научного центра Башкирского государственного аграрного университета. Опыты закладывались на выщелоченном черноземе тяжелосуглинистого механического состава, с содержанием гумуса – 10,28%, валового фосфора – 0,18%, валового азота – 0,45% и калия – 1,18%, рН солевой вытяжки 5,9-6,1. Агротехника в опытах была общепринятой для зоны. Предшественником в опыте был чистый пар.

Объект изучения – сорта и линии озимой мягкой пшеницы: Безенчукская 380 (стандарт), Сарра, У 214 (линия), Калач 60, Московская 39, Аэлита, Новоершовская, Башкирская 10, Анастасия, Волжская К и А 312 (линия).

Климат Республики Башкортостан характеризуется умеренно-теплым летом и холодной продолжительной зимой. Безморозный период – 97-125 дней. Последние заморозки бывают в начале июня, первые осенние – в конце августа. Годовое количество осадков составляет около 400-500 мм, в том числе в период вегетации – 130-178 мм. Сумма биологически активных температур (выше +10°C) за вегетационный период равна 1815-2209°C (Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., 2013). В целом погодные условия за период опытной работы были в определенной степени не благоприятными. Из четырех лет по влагообеспеченности растений пшеницы острозасушливыми был 2021 год, засушливым – 2022, полувлажным – 2023 и 2024 гг.

Посев опытных делянок проводили в оптимальные сроки с площадью питания растений 20x5 см на пятирядовых делянках ручной селекционной сеялкой РС-1. Площадь делянок 10 м², повторность четырехкратная. Уход за посевами – общепринятый для зоны. Опытную работу с озимой мягкой пшеницей проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989.) Математическую обработку результатов исследований проводили по методике Б.А. Доспехова (2014) с использованием пакета прикладных программ Snedecor. Расчеты показателей экологической пластичности и стабильности изучаемых сортообразцов озимой мягкой пшеницы проводились по методикам – А.А. Rossielle и J. Hemblin (1981), Л.А. Животкова (1994), В.А. Драгавцева (1984), А.А. Грязнова (1996).

Результаты и обсуждение

В современных условиях новые сорта пшеницы должны отличаться хорошей урожайностью и высокой экологической пластичностью. Под экологической пластичностью понимается приспособленность сорта к различным улучшениям почвенных, погодных и хозяйственных условий. Для расчета экологической пластичности наших сортов и линий были проведены расчеты средней урожайности по изучаемым сортообразцам и индекса условий среды (табл. 1).

**Средняя урожайность озимой мягкой пшеницы и индекс условий окружающей среды
(Башкирский ГАУ)**

№	Название сортообразца	Средняя урожайность по сортообразцам, ц/га				$\sum Y_i$	Y_i
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.		
1	Безенчукская 380 – St.	44,9	49,1	47,45	48,5	189,95	47,49
2	Сарра	45,3	51,2	49,24	50,2	196,1	49,03
3	У 214	50,3	52,5	50,04	51,2	204,11	51,03
4	Калач 60	42,8	43,8	43,2	43,6	173,4	43,35
5	Московская 39	43,2	46,1	44,9	45,7	179,9	44,98
6	Аэлита	47,5	47,0	42,5	46,2	183,2	45,80
7	Новоершовская	44,3	49,9	46,1	48,7	189	47,25
8	Башкирская 10	45,3	45,3	43,19	44,27	178,11	44,53
9	Анастасия	44,7	50,1	45,9	48,1	188,8	47,20
10	Волжская К	46,1	47,4	47,9	49,18	190,72	47,68
11	А 312	43,0	45,8	44,6	45,4	178,8	44,70
	$\sum Y_j$	497,4	528,39	505,11	521,19	2052,09	46,64
	Y_j	45,22	48,04	45,92	47,38		
	I_j	-1,42	1,40	-0,72	0,74		

Примечание. $\sum Y_i$ – сумма урожайности по годам; Y_i – средняя урожайность за годы исследований; I_j – индекс условий среды (характеризует изменчивость погодных условий за данный год исследований)

Анализ почвенно-климатических условий 2021-2024 гг. показывает различное их влияние на формирование урожайности озимой мягкой пшеницы. Полученные показатели индекса условий среды (I_j) по методике S.A. Eberhart and B.A. Rusell указывают на то, что наиболее благоприятным годом для возделывания различных сортов озимой пшеницы был 2022 г. (I_j - 1,40), менее благоприятным 2024 г. (I_j - 0,74). При отрицательном значении индекса среды сортообразцы не имели достаточных возможностей для демонстрации адаптивного потенциала.

В среднем за годы исследований (2021-2024 гг.), масса 1000 зерен у изучаемых сортообразцов озимой мягкой пшеницы составила 42,5-52,5 г. (табл. 2).

Минимальная крупность зерна отмечена в 2023 г. у сорта Аэлита (масса 1000 зерен составила 42,5 г.) при индексе условий окружающей среды – 0,72). Максимально крупное зерно (52,5 г.) сформировалось в вегетационный период 2022 г. при высоком индексе условий окружающей среды ($I_j = 1,4$) у линии У 214. Наиболее крупное зерно сформировали сорта озимой мягкой пшеницы Сарра, Анастасия и Новоершовская – 51,2 г., 50,1 г. и 49,9 г. соответственно. В опытах отмечено, что 55-62% сортообразцов имели массу 1000 зерен в пределах 44,3-52,5 г. Максимальный диапазон разницы минимума и максимума (45,3-51,2 г) отмечен у сорта озимой мягкой пшеницы Сарра.

В исследованиях отмечено, что по показателю «масса 1000 зерен» три сортообразца смогли превзойти стандарт – линия У 214 (+7,4% к St.), сорт Сарра (+3,2% к St.), сорт Волжская К (+0,4% к St.). Остальные сортообразцы имели отношение к стандарту (сорт Безенчукская 380) на уровне 91,2-99,4% от St. Минимальные показатели отмечены у сорта Калач 60 (91,2% от St.).

Реакцию генотипа на изменение условий выращивания характеризует коэффициент регрессии (b_i). Чем выше значение коэффициента (при $b_i > 1$), тем большей отзывчивость на улучшение условий обладает данный образец. При $b_i < 1$ сорт слабее реагирует на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых образцов. При $b_i = 1$ изменение крупности зерна полностью соответствует изменению условий выращивания.

В опытах выявлено, что при улучшении условий выращивания масса 1000 зерен увеличивалась у следующих сортов озимой мягкой пшеницы: Новоершовская, Сарра, Анастасия и Безенчукская 380 ($b_i = 1,33 \div 1,94$). Перечисленные сортообразцы формируют крупное зерно только при высоком уровне агротехники, что соответствует интенсивному типу. У остальных сортов масса 1000 семян слабо изменяется при улучшении условий возделывания, что соответствует экстенсивному типу.

Применяемый в расчетах индекс экологической пластичности (ИЭП) позволяет оценить пластичность признака у сортов озимой мягкой пшеницы в условиях неблагоприятных климатических условий (А.А. Грязнов, 1996). ИЭП целесообразно принять за единицу: при ИЭП > 1 сорта характеризуются как пластичные. К таким сортам и линиям относятся Безенчукская 380, У 214, Калач 60, Волжская К и А 312 (ИЭП = $1,07 \div 1,38$).

В опытах, при сравнении адаптивной реакции сортов озимой мягкой пшеницы, применялся показатель среднесортовой массы 1000 зерен за год, выраженный в процентах. Согласно полученным результатам наиболее пластичными являются сорта: Новоершовская и Волжская К (К.А. = $103,06 \div 103,14\%$). Менее адаптивными оказался сорт Сарра (К.А. = $102,5\%$), слегка превысив стандарт.

В опытах, при расчете параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы, использована методика В.А. Драгавцева (1984) основанная на использовании коэффициента мультипликативности (К.М.). Чем выше числовое значение данного коэффициента, тем сильнее увеличивается крупность зерна при улучшении условий выращивания. В настоящем исследовании высокие значения коэффициента мультипликативности отмечены у сортов озимой мягкой пшеницы: Московская 39, Безенчукская 380, Анастасия и Новоершовская (КМ = $2,01 \div 3,05$).

Показатель степени устойчивости сортов и линий к неблагоприятным факторам среды (стрессоустойчивость) был рассчитан нами по уравнению А.А. Rosielle, J. Hamblin (1981). Он определяется по интервалу между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$). Этот показатель имеет отрицательные значения, поэтому меньшая разница между минимальной и максимальной урожайностью и характеризует стрессоустойчивость сорта для различных условий среды. Высокой стрессоустойчивостью характеризуются сорта озимой мягкой пшеницы Калач 60, Башкирская 10 и линия У 214 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,0 \div -2,5$).

Оценку стрессоустойчивости сортов можно дополнить показателем компенсаторной способности, который выражает степень соответствия генотипа сорта факторам среды. В условиях УНЦ Башкирского ГАУ высокой компенсаторной способностью отличаются сорта озимой мягкой пшеницы Волжская К, Сарра и линия У 214 ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2 = 47,6 \div 51,25$).

Таблица 2

Параметры адаптивной способности сортов и линий озимой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен (2021-2024 гг.)

Сортообразец	Масса 1000 зерен			bi	ИЭП	К.А., %	К.М.	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{min} + Y_{max})/2$
	lim., г	$x_{cp.}$, г	отн. к st., %						
Безенчукская 380 – St.	44,9-49,1	47,49	100	1,33	1,30	102,13	2,40	-4,2	47
Сарра	45,3-51,2	49,03	103,2	1,83	1,00	102,53	1,28	-5,9	48,25
У 214	50,0-52,5	51,03	107,4	0,79	1,18	100,47	1,72	-2,5	51,25
Калач 60	42,8-43,8	43,35	91,2	0,34	1,07	100,57	1,37	-1	43,3
Московская 39	43,2-46,1	44,98	94,7	0,93	0,54	101,61	2,01	-2,9	44,65
Аэлита	42,5-47,5	45,80	96,4	0,38	0,69	100,87	1,33	-5	45
Новоершовская	44,3-49,9	47,25	99,4	1,94	0,85	103,06	3,05	-5,6	47,1
Башкирская 10	43,1-45,3	44,53	93,7	0,16	0,88	99,42	1,15	-2,2	44,2
Анастасия	44,7-50,1	47,20	99,3	1,83	0,94	101,90	2,90	-5,4	47,4
Волжская К	46,1-49,1	47,68	100,4	0,56	1,08	103,14	1,58	-3	47,6
А 312	43,0-45,8	44,70	94,1	0,90	1,38	101,56	1,99	-2,8	44,4

Примечание: *Lim.* – лимиты; *x_{cp.}* - среднее значение показателя; *St.* – стандартный сорт; *bi* – коэффициент линейной регрессии; *ИЭП* – индекс экологической пластичности (по А. А. Грязнову); *К.А.* – коэффициент адаптивности (по Л. А. Животкову); *К.М.* – коэффициент мультипликативности (по В. А. Драгавцеву); *Y_{min}–Y_{max}* – показатель стрессоустойчивости сорта; $(Y_{min} + Y_{max})/2$ – компенсаторная способность (по А. А. Rossielle и J. Hemblin).

В своих исследованиях П.Н. Николаев и др. (2019) указывает на то, что оценка генотипов с использованием только одного метода не может полностью характеризовать их стабильность и пластичность. При использовании нескольких методов можно получить наиболее достоверную информацию. С этой целью удобнее применять принцип ранжирования сортов по параметрам и проводить оценку по сумме рангов, полученной для каждого сорта. При этом следует учитывать, что 1-й ранг наиболее высокий, а 12-й – наиболее низкий.

В наших опытах меньшая сумма рангов, при использовании большинства методов оценки, получена для сортов озимой мягкой пшеницы Безенчукская 380, Новоеершовская и Волжская К (\sum рангов = 26,0÷29,0) (табл. 3).

Таблица 3

Ранги адаптивной способности сортов и линий озимой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен (УНЦ Башкирский ГАУ, 2021-2024 гг.)

Сортообразец	b_i	К.А., %	ИЭП	К.М.	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{min} + Y_{max})/2$	Сумма рангов
Безенчукская 380 – St.	4	4	2	3	7	6	26
Сарра	2	3	6	10	11	2	34
У 214	7	10	3	6	3	1	30
Калач 60	10	9	5	8	1	11	44
Московская 39	5	6	11	4	5	8	39
Аэлита	9	8	10	9	8	7	51
Новоеершовская	1	2	9	1	10	5	28
Башкирская 10	11	10	8	11	2	10	52
Анастасия	3	5	7	2	9	4	30
Волжская К	8	1	4	7	6	3	29
А 312	6	7	1	5	4	9	32

Данные сорта наиболее способны к формированию крупного зерна в контрастных климатических условиях, т. к. характеризуются устойчивостью к варьирующимся условиям выращивания по признаку масса 1000 зерен.

Заключение

Таким образом, наиболее благоприятным для возделывания озимой мягкой пшеницы был 2022 г. ($I_j = 1,40$). Вычисление коэффициента линейной регрессии (b_i) показало, что большей отзывчивостью ($b_i > 1$) на улучшение условий среды обладали сортообразцы: Новоеершовская, Сарра, Анастасия и Безенчукская 380 ($b_i = 1,33 \div 1,94$). Наибольшей отзывчивостью в опыте отмечен сорт Новоеершовская ($b_i = 1,94$). По результатам проведенных расчетов, наиболее пластичными являются сорта Новоеершовская и Волжская К (К.А. = 103,06÷103,14%), менее адаптивным – сорт Сарра (К.А. = 102,5%). Сорта и линии: Безенчукская 380, У 214, Калач 60, Волжская К и А 312 (ИЭП = 1,07÷1,38) характеризуются как пластичные.

Высокие значения коэффициента мультипликативности отмечены у сортов озимой мягкой пшеницы: Московская 39, Безенчукская 380, Анастасия и Новоеершовская. Высокой стрессоустойчивостью характеризуются сорта озимой мягкой пшеницы Калач 60, Башкирская 10 и линия У 214 ($Y_{min} - Y_{max} = -1,0 \div -2,5$). Высокой компенсаторной способностью отличаются сорта озимой мягкой пшеницы Волжская К, Сарра и линия У 214 ($(Y_{min} + Y_{max})/2 = 47,6 \div 51,25$). Сорта озимой мягкой пшеницы Безенчукская 380, Новоеершовская и Волжская К (\sum рангов = 26,0÷29,0) способны к формированию крупного зерна в контрастных климатических, т. к. характеризуются устойчивостью к варьирующимся условиям выращивания по признаку масса 1000 зерен.

Финансирование: исследования выполнены в рамках программы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «ПРИОРИТЕТ 2030» (Национальный проект «Наука и университет»).

Литература

1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года. [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/y1IpA0ZfzdMCfATNBKGff1cXEQ142yAx.pdf> – (дата обращения: 18.12.2025).
2. Сапега В. А. Генотип-средовое взаимодействие, урожайность и адаптивный потенциал сортов яровой пшеницы. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 3. – С. 10-15. DOI: 10.31857/S2500-26272019310-15.
3. Кузнецов И.Ю., Нафикова А.Р., Алимгафаров Р.Р., Валиуллина О.В., Ягудин А.Г. Эффективность применения хелатного удобрения металлоцен на озимой пшенице. //Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1 (57). – С. 17-26. DOI: 10.31563/1684-7628-2021-57-1-17-26.
4. Манукян И.Р. Экологическая пластичность сортов озимой пшеницы к условиям предгорной зоны центрального Кавказа// Нива Поволжья. – 2024. – № 1 (69). – С. 25-31. DOI: 10.36461/NP.2024.69.1.007.
5. Мамеев В.В., Ториков В.Е., Никифоров В.М., Сычев С.М., Нестеренко О.А., Милехина Н.В. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии на юго-западе Центрального региона России. // Аграрная наука. - 2022. - (9). – С. 112-119. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-112-119.
6. Галушко Н. А., Соколенко Н. И. Адаптивность сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Северо-Кавказского региона. // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т.36. - № 5. – С. 50-54. DOI: 10.53859/02352451-2022-365-50.
7. Хачатуров Э.Г., Коробко В.В., Гребёнкина А.А. Адаптивный потенциал твердой пшеницы сортов саратовской селекции в условиях Нижнего Поволжья. //Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2024. – Т. 24. – № 3. – С. 321-327. DOI: 10.18500/1816-9775-2024-24-3-321-327.
8. Мозговой С.С., Пантюхов И.В., Келер В.В. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края. // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 9(162). – С. 121-128. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128.
9. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Пластичность сортов яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. //Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 8 (197). – С. 3-11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-3-11.
10. Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК. //Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 31-38. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-31-38.
11. Holland J B. Recurrent Selection for broad Adaptation Affects Stability of Oat / J. B. Holland, A. B. Jornstad, K. J. Frey, M. Gullord, D M. Wesenberg // Euphytica. - 2002. - no 2. - Pp. 265–274. DOI: 10.1023/A:1016394208780.
12. Евдокимов М.Г., Белан И.А., Юсов В.С., Ковтуненко А.Н., Россеева Л.П. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра. //Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. - № 10. – С. 9-15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001.
13. Бугакова Н.Э., Сухоруков А.А. Адаптивный потенциал хозяйственно-биологических признаков сорта озимой пшеницы Эстафета в Среднем Поволжье. //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. – 2023. – Т. 2.- № 3 (7). – С. 18-24. DOI: 10.37313/2782-6562-2023-2-3-18-24.
14. Черноусов Е.В., Фоменко М.А., Ляшков И.В. Влияние сроков посева на продуктивность и адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 3 (55). – С. 138-144. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-138-144.

References

1. Long-term strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation until 2035. [electronic resource]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/y1IpA0ZfzdMCfATNBKGff1cXEQ142yAx.pdf> – (Accessed: 12/18/2025).
2. Sapega V. A. Genotype-environmental interaction, yield and adaptive potential of spring wheat varieties. *Russian Agricultural Science*, 2019, no. 3, pp. 10-15. DOI: 10.31857/S2500-26272019310-15.
3. Kuznetsov I. Yu., Nafikova A. R., Alimgafarov R. R., Valiullina O. V., Yagudin A. G. Effectiveness of the use of chelated fertilizer methallocene on winter wheat. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2021, no. 1 (57), pp. 17-26. DOI: 10.31563/1684-7628-2021-57-1-17-26.
4. Manukyan I. R. Ecological plasticity of winter wheat varieties to the conditions of the foothill zone of the Central Caucasus. *Field of the Volga region*, 2024, no. 1 (69), pp. 25-31. DOI: 10.36461/NP.2024.69.1.007.
5. Mameev V. V., Torikov V. E., Nikiforov V. M., Sychev S. M., Nesterenko O. A., Milekhina N. V. Yield and grain quality of winter wheat varieties cultivated using intensive technology in the south-west of the Central region of Russia. *Agrarian Science*. 2022, no. 9, pp. 112-119. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-112-119.
6. Galushko N. A., Sokolenko N. I. Adaptability of winter wheat varieties cultivated in the North Caucasus region. *Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex*, 2022, vol. 36, no. 5, pp. 50-54. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_5_50.
7. Khachaturov E. G., Korobko V. V., Grebenkina A. A. Adaptive potential of durum wheat varieties of Saratov breeding in the conditions of the Lower Volga region. *Proceedings of the Saratov University. A new series. Series: Chemistry. Biology. Ecology*. 2024, Vol. 24, no. 3, pp. 321-327. DOI: 10.18500/1816-9775-2024-24-3-321-327.
8. Mozgovoy S. S., Pantyukhov I. V., Koehler V. V. Ecological plasticity of spring wheat varieties in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory. *Bulletin of KrasGAU*, 2020, no. 9(162), pp. 121-128. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128.
9. Baykalova L. P., Serebrennikov Yu. I. Plasticity of spring wheat varieties in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Bulletin of KrasGAU*. 2023, no. 8 (197), pp. 3-11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-3-11.
10. Detsyna A. A., Illarionova I. V., Shcherbinina V. O. Calculation of parameters of ecological plasticity and stability of oilseed varieties of sunflower breeding by VNIIMK. *Oilseed crops*. 2020, Issue 3 (183), pp. 31-38. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-31-38.
11. Holland J. B. Recurrent Selection for broad Adaptation Affects Stability of Oat / J. B. Holland, A. B. Jornstad, K. J. Frey, M. Gullord, D. M. Wesen-berg. *Euphytica*, 2002, no. 2, pp. 265-274. DOI: 10.1023/A:1016394208780.
12. Evdokimov M. G., Belan I. A., Yusov V. S., Kovtunenkov A. N., Rosseeva L. P. Adaptive potential of wheat varieties (winter, spring soft and spring hard) of breeding Omsk Agricultural Scientific Center. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2020, Vol. 34, no. 10, pp. 9-15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001.
13. Bugakova N. E., Sukhorukov A. A. Adaptive potential of economic and biological characteristics of the winter wheat variety relay in the Middle Volga region. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. *Agricultural sciences*. 2023, vol. 2, no. 3 (7), pp. 18-24. DOI: 10.37313/2782-6562-2023-2-3-18-24.
14. Chernousov E. V., Fomenko M. A., Lyashkov I. V. Influence of sowing dates on productivity and adaptive potential of winter soft wheat varieties in the Rostov region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2025, no. 3 (55), pp. 138-144. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-138-144.