

УРОЖАЙНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

¹**В.А. Сапега**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

²**Г.Ш. Турсумбекова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹*Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия*

²*Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия*

E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, урожайность, экологическая пластичность, адаптивность.

Реферат. Приводятся данные урожайности сортов яровой пшеницы по результатам их испытания по паровому предшественнику в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области за 2019–2021 гг. Цель исследования – комплексная оценка среднеранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы на основе их ранжирования по урожайности и параметрам адаптивности. Отмечено значительное варьирование индекса условий среды в годы испытания сортов. Наибольшая средняя урожайность отмечена у сортов Тюменская 25 (среднеранний, 47,7 ц/га) и КВС Аквилон (среднеспелый, 47,8 ц/га). Показатель стрессоустойчивости низкий у всех сортов и особенно у среднеспелых. Все сорта характеризовались значительной изменчивостью урожайности – от 21,0 (Новосибирская 15) до 28,7% (КВС Аквилон). Сильная отзывчивость на изменение условий выявлена у сортов Тюменская 25 ($b_i = 1,25$) и КВС Аквилон ($b_i = 1,21$). Эти сорта – интенсивные. Большинство сортов с коэффициентом регрессии, равным и близким единице, характеризовались как пластичные и отнесены к полунтенсивным. Уровень стабильности урожайности сортов низкий. Лучшими по данному параметру были сорта Екатерина ($I_{st} = 1,91$) и Икар ($I_{st} = 1,93$). Наибольшей общей адаптивной способностью характеризовались сорта Тюменская 25 (ОАС = 4,1) и КВС Аквилон (ОАС = 2,2). По сумме рангов оценки параметров урожайности и адаптивности лучшими в группе среднеранних признаны сорта Тюменская 25 и Екатерина (сумма рангов соответственно 17), а в группе среднеспелых – КВС Аквилон (сумма рангов 17).

YIELD AND ADAPTABILITY OF SPRING WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT MATURITY GROUPS UNDER FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE NORTHERN TRANS-URALS

¹**V.A. Sapega**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

²**G.Sh. Tursumbekova**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹*Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia*

²*State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia*

E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

Keywords: spring wheat, variety, yield, ecological plasticity, adaptability.

Abstract. In the article, the authors present data on the yield of spring wheat varieties based on the results of their testing on a fallow predecessor in the conditions of the northern forest-steppe zone of the Tyumen region for 2019–2021. The study aims to comprehensively assessment of mid-early and mid-season varieties of spring wheat based on their ranking in terms of yield and adaptability parameters. The authors note a significant variation in the index of environmental conditions during the years of variety testing. The highest average yield was noted in the varieties Tyumenskaya 25 (mid-early, 47.7 c/ha) and KVS Akvilon (mid-ripening, 47.8 c/ha). The stress resistance index is low in all varieties and mid-season ones especially. All varieties were characterized by significant yield variability - from 21.0 (Novosibirskaya 15) to 28.7% (KVS Akvilon). Strong responsiveness to changing conditions was found in varieties Tyumenskaya 25 ($b_i = 1.25$) and KVS Akvilon ($b_i = 1.21$). These varieties are intense. Most varieties with a regression coefficient equal to or close to one were characterized as plastic and classified as semi-intensive. The level of yield stability of varieties is low. The best varieties in this parameter were Ekaterina ($I_{st} = 1.91$) and Ikar ($I_{st} = 1.93$). The varieties Tyumenskaya 25 (OAS = 4.1) and KVS Akvilon (OAS = 2.2) were characterized by the highest general adaptive ability. According to the sum of the ranks assessing the parameters of productivity and adaptability, the varieties Tyumenskaya 25 and Ekaterina were recognized as the best in the group

of mid-early varieties (the sum of ranks, respectively, 17) and the group of mid-ripening varieties, KVS Akvilon (the sum of ranks, 17).

Пшенице принадлежит ведущая роль в обеспечении населения продовольствием и сельскохозяйственных животных кормовым зерном.

Яровая пшеница – основная зерновая культура Сибирского региона, на который приходится 40% площади посева этой культуры в стране [1]. В Тюменской области в среднем за 2017–2020 гг. площадь посева яровой пшеницы составила 397 тыс. га, а урожайность – 20,9 ц/га.

В повышение урожайности зерновых культур, в том числе и яровой пшеницы, наряду с изменением технологии возделывания, социально-экономическими условиями значительный вклад вносит внедрение высокопродуктивных сортов. Правильный выбор сорта позволяет повысить урожайность культуры на 30–50%, что является определяющим фактором интенсификации агротехнологий [2, 3].

Повышение урожайности тесно связано со способностью сортов противостоять действию комплекса абиотических и биотических факторов, снижающих их продуктивность.

В связи с этим выведение сортов с высоким потенциалом адаптивности является основным направлением современной селекции [4–6]. Важным критерием оценки адаптивности сорта выступает показатель его экологической пластичности и стабильности. Сочетание в сорте высокой потенциальной урожайности с устойчивостью к стресс-факторам – основной путь повышения урожайности и ее стабильности [7–11].

Различные методики изучения фенотипической стабильности генотипов при их испытании в различных агроэкологических условиях в настоящее время широко используются в селекции при оценке экологической пластичности сортов как в России, так и в мировой практике [12–18].

В связи с многомерностью генотип-средового взаимодействия не существует универсального и единого способа оценки адаптивности сортов, что диктует необходимость использования комплекса параметров для такой оценки [19].

Цель исследования – комплексная оценка среднеранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы на основе их ранжирования по урожайности и параметрам адаптивности в усло-

виях северной лесостепной зоны Тюменской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследования послужили данные урожайности сортов яровой пшеницы по результатам их испытания за 2019–2021 гг. в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области (III зона, северная лесостепь) [20]. Изучалось 8 сортов яровой пшеницы, допущенных к использованию за период 2001–2020 гг., в том числе 4 среднеранних (Новосибирская 15, Новосибирская 31, Тюменская 25, Екатерина) и 4 среднеспелых (Икар, Тюменская 29, Гренада, КВС Аквилон). Равное число сортов двух групп спелости было взято с целью сравнительной их оценки по урожайности и адаптивности и, в первую очередь, по таким показателям, как индекс условий среды и средняя урожайность в опыте.

Предшественник в годы испытания – пар. Срок посева сортов – вторая декада мая, норма высева – 6,5 млн всхожих семян на 1 га.

Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное. Агротехника в опыте – общепринятая при возделывании яровой пшеницы в лесостепной зоне Тюменской области.

Индекс условий среды и экологическую пластичность сортов (коэффициент регрессии) определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [21], а стрессоустойчивость сортов – по уравнениям A.A. Rossielle, J. Hemblin [22] в изложении A.A. Гончаренко [23]. Изменчивость урожайности сортов и индекс ее стабильности определяли соответственно по методике Б.А. Доспехова [24] и Э.Д. Неттевича с соавт. [25], а общую адаптивную способность сортов – по методике A.B. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [26].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия периода вегетации в годы испытания сортов яровой пшеницы характеризовались значительной контрастностью. Наибольшая вариабельность условий, исхо-

для из их индекса, отмечена при испытании среднеспелых сортов: от -11,6 (2021 г.) до 11,7 (2019 г.) (табл. 1).

Таблица 1

Индекс условий среды и урожайность сортов яровой пшеницы (III зона, северная лесостепь)
Index of environmental conditions and yield of spring wheat varieties (zone III, northern forest-steppe)

Сорт	Год допуска к использованию	Урожайность, ц/га			Средняя урожайность	
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	ц/га	% *
Среднеранние сорта						
Новосибирская 15	2003	47,3	38,9	30,9	39,0	100,0
Новосибирская 31	2012	52,7	40,1	33,5	42,1	107,9
Тюменская 25	2012	62,2	45,0	35,9	47,7	122,3
Екатерина	2015	57,0	43,6	35,6	45,4	116,4
Среднесортная урожайность, ц/га		54,8	41,9	34,0		
Индекс условий среды (I _с)		11,2	-1,7	-9,6		
Средняя урожайность в опыте, ц/га					43,6	
Среднеспелые сорта						
Икар	2001	55,4	45,3	34,4	45,0	100,0
Тюменская 29	2013	55,3	44,5	33,1	44,3	98,4
Гренада	2020	56,4	46,2	33,8	45,5	101,1
КВС Аквилон	2020	62,1	46,7	34,7	47,8	106,2
Среднесортная урожайность, ц/га		57,3	45,7	34,0		
Индекс условий среды (I _с)		11,7	0,1	-11,6		
Средняя урожайность в опыте, ц/га					45,6	

* Среднеранние сорта – к сорту Новосибирская 15, среднеспелые сорта – к сорту Икар.

Необходимо отметить, что индекс условий даже в пределах одного и того же года исследования сильно варьирует у сортов различных групп спелости, что указывает на необходимость раздельного учета этого параметра при оценке адаптивности изучаемых сортов. Характер таких условий отразился на формировании величины урожайности как отдельных сортов, так и среднесортной их урожайности. Так, урожайность среднеспелого сорта КВС Аквилон в зависимости от условий среды варьировала от 34,7 (2021 г.) до 62,1 ц/га (2019 г.), а среднесортная урожайность в той же группе спелости – от 34,0 (2021 г.) до 57,3 ц/га (2019 г.).

Наиболее благоприятные условия для роста и развития сортов яровой пшеницы сложились в 2019 г.: индекс условий характеризовался величиной от 11,2 (среднеранние сорта) до 11,7 (среднеспелые сорта). В таких условиях отмечена максимальная реализация генетического потенциала сортов. Так, урожайность среднеспелых сортов в данных условиях варьировала от 55,3 (Тюменская 29) до 62,1 ц/га (КВС Аквилон) (см. табл. 1).

Сравнительно худшие условия сложились в 2020 и 2021 гг. испытания сортов и особенно в 2021 г. Индекс условий в 2021 г. варьировал от -9,6 (среднеранние сорта) до -11,6 (среднеспелые сорта). В таких условиях выявлено значительное снижение как урожайности отдельных сортов, так и среднесортной урожайности по сравнению с 2019 г.

Во все годы испытания сортов яровой пшеницы отмечен сравнительно высокий потенциал их урожайности независимо от условий среды согласно величине индекса. Так, даже при наиболее отрицательном индексе условий среды у среднеранних сортов в 2021 г., равном 9,6, их урожайность была на уровне от 30,9 (Новосибирская 15) до 35,9 ц/га (Тюменская 25), а у среднеспелых сортов при наиболее отрицательном индексе условий в том же году, равном 11,6, урожайность составила величину от 33,1 (Тюменская 29) до 34,7 ц/га (КВС Аквилон) (см. табл. 1).

В среднем за 2019-2021 гг. все изученные сорта характеризовались высокой урожайностью. У среднеранних сортов наибольший ее уровень отмечен у Тюменской 25 (47,7 ц/га), а у среднеспелых – КВС Аквилон (47,8 ц/га).

Во временной динамике допуска сортов к использованию выявлено повышение средней урожайности у большинства из них. Так, средняя урожайность сорта Екатерина (допущен к использованию в 2015 г.) была выше на 6,4 ц/га по сравнению с сортом Новосибирская 15 (допущен к использованию в 2003 г.). Все это указывает на повышение интенсивности сортов, созданных в последнее время. Вместе с тем в той же динамике наблюдается увеличение размаха между минимальной и максимальной урожайностью, что указывает на экологическую зависимость создаваемых сортов, отмечаемую А.А. Гончаренко [7, 23]. Таким образом, одностороннее направление селекции на высокий потенциал продуктивности, как отмечает А.А. Жученко [8], недостаточно эффективно из-за невозможности его реализации при неблагоприятных погодных факторах. Оценка изученных нами сортов по целому ряду параметров урожайности и адаптивности согласуется с вышеотмеченным заключением.

По величине средней урожайности в опыте за 2019–2021 гг. по паровому предшественнику в данной зоне и пункте испытания (III

зона, северная лесостепь, Ишимский ГСУ) среднеранние сорта яровой пшеницы уступали среднеспелым на 2,0 ц/га.

Наибольший уровень как минимальной, так и максимальной урожайности выявлен у среднераннего сорта Тюменская 25 (соответственно 35,9 и 62,2 ц/га) и среднеспелого КВС Аквилон (соответственно 34,7 и 62,1 ц/га) (табл.2).

Основным критерием адаптивности отбираемых генотипов в процессе селекции является уровень их урожайности в различных по месту и времени условиях среды [23].

Ведущим показателем адаптивности при оценке сортов в условиях континентального климата Сибирского региона выступает их стрессоустойчивость. Этот показатель имеет отрицательный знак, и чем он меньше по абсолютной величине, тем выше стрессоустойчивость сорта [23].

У большинства изученных нами сортов выявлено низкое значение данного параметра. Сравнительно лучшим по стрессоустойчивости в группе среднеранних сортов был Новосибирская 15 (-16,4), а в группе среднеспелых – Икар (-21,0).

Таблица 2

Урожайность и параметры адаптивности сортов яровой пшеницы, 2019-2021 гг.
(III зона, северная лесостепь)
Yield and adaptability parameters of spring wheat varieties, 2019-2021
(zone III, northern forest-steppe)

Сорт	Год допуска к использованию	min (Y ₂), ц/га	max (Y ₁), ц/га	Стрессоустойчивость (Y ₂ - Y ₁)	Изменчивость урожайности (v, %)	Пластичность (коэффициент регрессии, b _i)	Индекс стабильности (Ist)	Общая адаптивная способность (ОАС)
<i>Среднеранние сорта</i>								
Новосибирская 15	2003	30,9	47,3	-16,4	21,0	0,76	1,86	-4,6
Новосибирская 31	2012	33,5	52,7	-19,2	23,3	0,91	1,81	-1,5
Тюменская 25	2012	35,9	62,2	-26,3	28,1	1,25	1,70	4,1
Екатерина	2015	35,6	57,0	-21,4	23,8	1,01	1,91	1,8
<i>Среднеспелые сорта</i>								
Икар	2001	34,4	55,4	-21,0	23,3	0,93	1,93	-0,6
Тюменская 29	2013	33,1	55,3	-22,2	25,0	0,98	1,77	-1,3
Гренада	2020	33,8	56,4	-22,6	24,8	1,00	1,83	-0,1
КВС Аквилон	2020	34,7	62,1	-27,4	28,7	1,21	1,66	2,2

Изменчивость урожайности значительная у всех сортов. У среднеранних сортов она характеризовалась величиной от 21,0 (Новосибирская 15) до 28,1% (Тюменская 25), а у среднеспелых – от 23,3 (Икар) до 28,7% (КВС Аквилон) (см. табл. 2). Высокие зна-

чения варьирования урожайности сортов, по данным наших исследований, согласуются с рядом данных других исследователей, где отмечается снижение адаптивного потенциала сортов по мере повышения уровня их интенсивности [7, 27, 28].

Многочисленные данные оценки экологической пластичности сортов на основе модели S.A. Eberhart, W.A. Russell [21] показали, что доминирующее влияние на их урожайность оказывает фактор «год», а не пункт испытания [4]. В связи с этим оценка экологической стабильности сортов на основе многолетних данных позволяет выявить не только вариативность того или иного признака по годам, но и идентифицировать генотипы с разным уровнем адаптивности, раскрыть комплекс экологических факторов влияния на продуктивность сортов, а также оценить генотип-средовое взаимодействие [7, 29].

Пластичность сорта (коэффициент линейной регрессии – b_i), согласно методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [21], отражает реакцию (отзывчивость) генотипа на изменение условий выращивания. Нами не выявлено существенных различий по величине коэффициента регрессии у сортов двух групп спелости. В каждой из этих групп выделились три типа генотипов с разной реакцией на комплекс условий среды, что необходимо учитывать при их использовании в производстве. Сильная отзывчивость на изменение условий ($b_i > 1$) отмечена у сортов Тюменская 25 (среднеранний, $b_i = 1,25$) и КВС Аквилон (среднеспелый, $b_i = 1,21$). Данные сорта относятся к интенсивному типу, формирующему высокий уровень урожайности при благоприятных условиях и в условиях высокого агрофона. Однако в неблагоприятные по погодным условиям годы, а также на низком агрофоне у них резко снижается уровень продуктивности, что видно по величине размаха между минимальной и максимальной урожайностью в годы с контрастными условиями по величине индекса (см. табл. 1).

Сорта с коэффициентом регрессии меньше единицы ($b_i < 1$) слабо реагируют на изменение условий. Их лучше использовать на экстенсивном фоне, где при минимуме затрат на технологию возделывания можно получить наибольшую отдачу. В данную группу нами отнесен среднеранний сорт Новосибирская 15 ($b_i = 0,76$).

Большинство изученных сортов с коэффициентом регрессии, равным и близким единице, характеризовались как пластичные. Они хорошо адаптированы к различным средам. По результатам исследования такими сортами в среднеранней группе являлись Новосибирская 31 ($b_i = 0,91$) и Екатерина ($b_i = 1,01$), а в среднеспелой – все сорта, за исключением интенсивного сорта КВС Аквилон. У

данной группы сортов изменение урожайности полностью соответствует изменению условий выращивания.

Стабильность урожайности, исходя из величины индекса, сравнительно низкая у всех сортов. Это напрямую связано со значительными показателями ее вариативности и размаха между минимальной и максимальной величиной, указанными нами выше. Наибольшей стабильностью в среднеранней группе характеризовался сорт Екатерина ($Ist = 1,91$), а в среднеспелой – Икар ($Ist = 1,93$).

Формирование сортом высокого уровня урожайности в разнообразных условиях среды характеризует показатель общей адаптивной способности (ОАС) [26]. Нами выявлена значительная вариативность данного показателя в пределах отдельных групп сортов и низкое его значение у большинства из них. Наибольшая общая адаптивная способность отмечена у сорта Тюменская 25 (среднеранний, ОАС = 4,1) и КВС Аквилон (среднеспелый, ОАС = 2,2) (см. табл. 2). У данных сортов средняя урожайность за 2019–2021 гг. была выше, чем средняя урожайность по опыту, т. е. всех сортов за те же годы. Следует отметить, что наибольшую ценность представляют те сорта, у которых высокая общая адаптивная способность сочетается с незначительной вариативностью урожайности. Такому критерию в наибольшей степени соответствует сорт Тюменская 25. Сравнение показателя общей адаптивной способности с различными параметрами урожайности и адаптивности показало, что ее повышение в первую очередь связано с высоким уровнем урожайности в различных средах, высокой средней урожайностью, а также их сильной отзывчивостью на изменение условий.

Оценка адаптивного потенциала сортов одним-двумя методами не позволяет дать им объективную и всестороннюю характеристику. Использование нескольких методов при такой оценке значительно повышает ее достоверность. При этом необходимо использовать метод ранжирования сортов по величине основных параметров урожайности и адаптивности [30]. Минимальная сумма рангов по тому или иному сорту характеризует его как лучший по урожайности и адаптивности в данных условиях его оценки.

На основе результатов наших исследований, опираясь на показатели ранжирования, лучшими среднеранними сортами по паровому предшественнику в среднем за 2019–2021 гг. в условиях северной лесостепной зоны

Тюменской области признаны Тюменская 25 и Екатерина (сумма рангов 17), а среднеспелым – КВС Аквилон (сумма рангов 17) (табл. 3).

Таблица 3

Ранги сортов яровой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности, 2019–2021 гг.
(III зона, северная лесостепь)
Ranks of spring wheat varieties by yield and adaptability parameters, 2019–2021
(Zone III, northern forest-steppe)

Сорт	Год допуска к использованию	min (Y_2), ц/га	max (Y_1), ц/га	Средняя урожайность (\bar{y})	Стрессоустойчивость ($Y_2 - Y_1$)	Изменчивость урожайности (v , %)	Пластичность (коэффициент регрессии, b_1)	Индекс стабильности (Ist)	Общая адаптивная способность (ОАС)	Сумма рангов
<i>Среднеранние сорта</i>										
Новосибирская 15	2003	4	4	4	1	1	4	2	4	24
Новосибирская 31	2012	3	3	3	2	2	3	3	3	22
Тюменская 25	2012	1	1	1	4	4	1	4	1	17
Екатерина	2015	2	2	2	3	3	2	1	2	17
<i>Среднеспелые сорта</i>										
Икар	2001	2	3	3	1	1	4	1	3	18
Тюменская 29	2013	4	4	4	2	3	3	3	4	27
Гренада	2020	3	2	2	3	2	2	2	2	18
КВС Аквилон	2020	1	1	1	4	4	1	4	1	17

Основной вклад в формирование суммы рангов сортов Тюменская 25 и КВС Аквилон вносят показатели высокого уровня урожайности, отзывчивости на изменение условий и общей адаптивной способности, а у сорта Екатерина – показатели урожайности, отзывчивости на изменение условий, высокой стабильности и общей адаптивной способности.

ВЫВОДЫ

1. Условия испытания сортов яровой пшеницы по паровому предшественнику в 2019–2021 гг. в северной лесостепной зоне Тюменской области характеризовались значительной контрастностью, что отразилось на величине и вариабельности их урожайности.

2. Наибольшей средней урожайностью в группе среднеранних характеризовался сорт Тюменская 25 (47,7 ц/га), а в группе среднеспелых – КВС Аквилон (47,8 ц/га).

3. У большинства сортов выявлена низкая стрессоустойчивость. Лучшими по данному показателю были сорта Новосибирская 15 (среднеранний) и Икар (среднеспелый).

4. Изменчивость урожайности значительная у всех сортов, от 21,0% (Новосибирская 15) до 28,7% (КВС Аквилон).

5. Исходя из величины коэффициента регрессии, сильная отзывчивость на изменение условий выявлена у среднераннего сорта Тюменская 25 ($b_1 = 1,25$) и среднеспелого КВС Аквилон ($b_1 = 1,21$), что позволило отнести их к интенсивным. Большинство сортов с коэффициентом регрессии, равным или близким единице, характеризовались как пластичные, что позволило отнести их к полунтенсивным.

6. Индекс стабильности урожайности сравнительно низкий у всех сортов. Наибольшее его значение отмечено у среднераннего сорта Екатерина (Ist = 1,91) и среднеспелого Икар (Ist = 1,93).

7. По общей адаптивной способности лучшими был среднеранний сорт Тюменская 25 (ОАС = 4,1) и среднеспелый КВС Аквилон (ОАС = 2,2).

8. На основе ранжирования сортов по величине параметров урожайности и адаптивности лучшими в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области по паровому предшественнику в среднем за 2019–2021 гг. в группе среднеранних признаны сорта Тюменская 25 и Екатерина (сумма рангов 17), а в группе среднеспелых – сорт КВС Аквилон (сумма рангов 17).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фенотипическая* изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана / А.И. Стасюк, И.Н. Леонова, М.Л. Пономарева, Н.З. Василова, В.П. Шаманин, Е.А. Силина // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – № 56(1). – С. 78–91.
2. *Влияние* приемов возделывания на продуктивность перспективного сорта озимой твердой пшеницы «Крупинка» в Дагестане / Н.Р. Магомедов, Н.Н. Магомедов, Ж.Н. Абдуллаев, М.М. Гаджиев // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 4(70). – С. 3–5.
3. *Алабушев А.В., Гуреева А.В.* Семеноводство зерновых культур в России // Земледелие. – 2011. – № 6. – С. 6–7.
4. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений: эколого-генетические основы. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 766 с.
5. *Рыбась И.А.* Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – № 51(5). – С. 617–626.
6. *Karsai I., Meszaros K., Lang L.* Multivariate analysis of traits determining adaptation incultivated barley // Plant breeding. – 2001. – № 120 (3). – P. 217–222.
7. *Гончаренко А.А.* Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2(44). – С. 31–36.
8. *Жученко А.А.* Эколого-генетические основы адаптивной селекции // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 3. – С. 3–29.
9. *Герасименко В.Ф.* Предварительная оценка селекционного материала по параметрам экологической пластичности // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – № 6. – С. 938–941.
10. *Сапега В.А.* Оценка параметров среды в пунктах сортоиспытания и адаптивной способности сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 1. – С. 55–59.
11. *Никитина В.И., Количенко А.А.* Оценка экологической стабильности сортов яровой мягкой пшеницы на сортоучастках Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 3. – С. 58–64.
12. *Гончаренко А.А.* Экологическая устойчивость сортов озимой ржи с различным типом короткостебельности // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 3. – С. 3–9.
13. *Эффективность* статистических методов оценки адаптивности генотипов яровой мягкой пшеницы вдоль экологического вектора / В.В. Сюков, В.Г. Захаров, П.Н. Мальчиков, В.Г. Кривобочек, В.И. Никонов, Н.З. Василова, В.А. Ганеев, Н.В. Гулаева, А.И. Менибаев // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 4–12.
14. *Гудзенко В.Н.* Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23, №1. – С. 110–118.
15. *Реализация* биологической урожайности ячменя ярового в условиях южной лесостепи Омской области П.Н. Николаев, О.А. Юсова, И.В. Сафонова, Н.И. Аниськов // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 12 (203). – С. 22–34.
16. *Stability of some quality traits in bread wheat (Triticum aestivum) genotypes* / Z. Mut, N. Aydin, H.O. Bayramoglu, H. Ozcan // Journal of Environmental Biology. – 2010. – № 31. – P. 489–495.
17. *Variation in streptomycin-induced bleaching and dark induced senescence of rice (Oryza sativa) genotypes and their relationship with yield and adaptability* / S. Das, R.S. Misra, S.K. Sinha, M.C. Pattanaik // Plant. Breed.Crop. Sci. – 2010. – № 2 (6). – P. 139–147.
18. *Raja S., Bagle B.G., More T.A.* Drumstick (*Moringa oleifera* Lamk.) improvement for semi-arid and arid ecosystem: analysis of environmental stability for yield // Plant Breed. Crop Sci. – 2013. – № 5 (8). – P. 164–170.
19. *Методика* оценки экологической пластичности сортов зерновых культур И.Г. Гребенникова, А.Ф. Чешкова, П.И. Стёпочкин, А.Ф. Алейников, Д.И. Чанышев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 50(2). – С. 100–107.

20. Выдрин В.В., Федорук Т.К. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2021 год. – Тюмень: Тюмен. изд. дом, 2021. – 95 с.
21. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. – 1966. – № 6(1). – P. 36–40.
22. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop. Sci. – 1981. – № 21(6). – P. 27–29.
23. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
25. Немтевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
26. Кильчевский А.В., Хотылёва Л.В. Экологическая селекция растений. – Минск: Тэхнолѳгія, 1997. – 372 с.
27. Немтевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 3–6.
28. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.
29. Geiger H.H. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.) // Tag.-Ber. Akad. Landwirtschaft. – Wiss. DDR, Berlin, 1982. – Vol. 198. – P. 305–332.
30. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов, О.А. Юсова, И.В. Сафонова, П.В. Поползухин // Вестник НГАУ. – 2018. – № 2(47). – С. 37–44.

REFERENCES

1. Stasyuk A.I., Leonova I.N., Ponomareva M.L., Vasilova N.Z., SHamanin V.P., Silina E.A., *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 2021, No. 56(1), pp. 78–91. (In Russ.)
2. Magomedov N.R., Magomedov N.N., Abdullaev ZH.N., Gadzhiev M.M., *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2020, No. 4(70), pp. 3–5. (In Russ.)
3. Alabushev A.V., Gureeva A.V., *Zemledelie*, 2011, No. 6, pp. 6–7. (In Russ.)
4. Zhuchenko A.A., *Adaptivnyj potentsial kul'turnykh rastenij: ehkologo-geneticheskie osnovy* (Adaptive potential of cultivated plants: ecological and genetic foundations), Kishinev: Shtiinets, 1988, 766 p.
5. Rybas' I.A., *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 2016, No. 51(5), pp. 617–626. (In Russ.)
6. Karsai I., Meszaros K., Lang L., *Plant breeding*, 2001, No. 120 (3), pp. 217–222.
7. Goncharenko A.A., *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2016, No. 2(44), pp. 31–36. (In Russ.)
8. Zhuchenko A.A., *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 2000, No. 3, pp. 3–29. (In Russ.)
9. Gerasimenko V.F., *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 1981, No. 6, pp. 938–941. (In Russ.)
10. Sapega V.A., *Sel'skokhozyajstvennaya biologiya*, 2008, No. 1, pp. 55–59. (In Russ.)
11. Nikitina V.I., Kolichenko A.A., *Vestnik KrasGAU*, 2019, No. 3, pp. 58–64. (In Russ.)
12. Goncharenko A.A., *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*, 2019, No. 3, pp. 3–9. (In Russ.)
13. Syukov V.V., Zaharov V.G., Mal'chikov P.N., Krivobochech V.G., Nikonov V.I., Vasilova N.Z., Ganeev V.A., Gulaeva N.V., Menibaev A.I., *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2019, No. 2, pp. 4–12. (In Russ.)
14. Gudzenko V.N., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2019, No. 23(1), pp. 110–118. (In Russ.)
15. Nikolaev P.N., YUsova O.A., Safonova I.V., Anis'kov N.I., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2020, No. 12 (203), pp. 22–34. (In Russ.)
16. Mut Z., Aydin N., Bayramoglu H.O., Ozcan H., Stability of some quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) genotypes, *Journal of Environmental Biology*, 2010, No. 31, pp. 489–495.

17. Das S., Misra R.S., Sinha S.K., Pattanaik M.C., Variation in streptomycin-induced bleaching and dark induced senescence of rice (*Oryza sativa*) genotypes and their relationship with yield and adaptability, *Plant. Breed. Crop. Sci.*, 2010, No. 2 (6), pp. 139–147.
18. Raja S., Bagle B.G., More T.A., Drumstick (*Moringa oleifera* Lamk.) improvement for semiarid and arid ecosystem: analysis of environmental stability for yield, *Plant Breed. Crop Sci.*, 2013, No. 5 (8), pp. 164–170.
19. Grebennikova I.G., CHeshkova A.F., Styopochkin P.I., Alejnikov A.F., CHanyshhev D.I., *Sibirskij vestnik sel'skhoz'jajstvennoj nauki*, 2020, No. 50(2), pp. 100–107. (In Russ.)
20. Vydrin V.V., Fedoruk T.K., *Sortovoe rajonirovanie sel'skokhozyajstvennykh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya po Tyumenskoj oblasti za 2021 god* (Varietal zoning of crops and results of variety testing in the Tyumen region for 2021), Tyumen: Tyumen Publishing House, 2021, 95 p.
21. Eberhart S.A., Russell W.A., Stability parameters for comparing varieties, *Crop. Sci.*, 1966, No. 6(1), pp. 36–40.
22. Rossielle A.A., Hamblin J., Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments, *Crop. Sci.*, 1981, No. 21(6), pp. 27–29.
23. Goncharenko A.A., *Vestnik RASKHN*, 2005, No. 6, pp. 49–53. (In Russ.)
24. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of study results), Moscow: Alliance, 2011, 352 p.
25. Nettevich E.H.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I., *Vestnik sel'skokhozyajstvennoj nauki*, 1985, No. 1, pp. 66–73. (In Russ.)
26. Kil'chevskij A.V., KHotylyova L.V., *Ekologicheskaya selektsiya rastenij* (Ecological plant breeding), Minsk: Technology, 1997, 372 p.
27. Nettevich E.D., *Doklady RASKHN*, 2001, No. 3, pp. 3–6. (In Russ.)
28. ZHuchenko A.A., *Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ekologo-geneticheskie osnovy)* (Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis)), Moscow: Izd-vo RUDN, 2001, T. 1, 780 p. (In Russ.)
29. Geiger H.H., Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.), *Tag.-Ber.Akad.Landwirtsch.-Wiss.DDR*, Berlin, 1982, 198, pp. 305–332.
30. Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., YUsova O.A., Safonova I.V., Popolzukhin P.V., *Vestnik NGAU*, 2018, No. 2(47), pp. 37–44. (In Russ.)