



Научная статья

УДК 633.111:631.527:631.559:631.524.85:571.15

doi: 10.55186/25876740_2022_65_5_530

АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО УРОЖАЙНОСТИ И ЭЛЕМЕНТАМ ЕЕ СТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.Ф. Демина

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение
«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
Лунино, Пензенская область, Россия

Аннотация. Исследования выполнены с целью выявления адаптивных свойств сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры (масса зерна с колоса и масса 1000 зерен). Проведена оценка адаптивных свойств 16 сортов и 27 линий яровой мягкой пшеницы различных групп спелости. Полевые опыты закладывали в 2019-2021 гг. на материально-технической базе ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в лаборатории селекционных технологий. Большое влияние на общую изменчивость оказали условия вегетации. Доля вклада генотипа была в пределах 5,2-12,5%. К экологически пластичным по урожайности, массе зерна с колоса и массе 1000 зерен были отнесены сортообразцы Сенсей, Ирвита, Архат, Наставник, Эритроспермум 70/04-3. Они показали высокую продуктивность в различных условиях (3,37-4,13 т/га), коэффициент регрессии (1,12-1,22), среднее отклонение от линии регрессии (5,5-7,0) и высокие показатели адаптивности (6,2-11,0); массу зерна с колоса (1,26-1,35 г), коэффициент регрессии (1,05-1,35), среднее отклонение от линии регрессии (5,2-7,3) и высокие показатели адаптивности (8,8-16,4); массу 1000 зерен (39,5-43,9 г), коэффициент регрессии (1,08-1,25), среднее отклонение от линии регрессии (3,6-9,4) и высокие показатели адаптивности (8,8-11,9). Стрессоустойчивостью по урожайности обладали следующие сорта: Эритроспермум 34/08-21 и Лютесценс 1/12-19 — урожайность в суровых условиях 3,36-3,40 т/га, коэффициент вариации (16,0-16,8%), коэффициент регрессии (0,96-0,99), отклонение от линии регрессии (5,3-6,3); по массе зерна в колосе: Эритроспермум 76/03-6, Лютесценс 21/08-24, Эритроспермум 39/08-9, Эритроспермум 25/08-11 и Лютесценс 15/06-10 — урожайность колоса 1,20-1,27 г, коэффициент регрессии (0,92-0,99), коэффициент вариации (12,5-16,8%), отклонение от линии регрессии (4,0-5,5); по массе 1000 зерен Эритроспермум 76/03-6, Эритроспермум 20/08-7 и Лютесценс 28/09-23 — размер зерна 41,1-45,1 г, отклонение от регрессии (5,3-9,8), коэффициент регрессии (0,96-0,98), средний коэффициент вариации (5,2-17,9%). Выявленные перспективные сорта и линии следует активно использовать в селекционных процессах для повышения адаптивности.

Ключевые слова: селекция, яровая мягкая пшеница, урожайность, сорт, генотип, адаптивность, стрессоустойчивость

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008).

Original article

ADAPTABILITIES OF SPRING WHEAT VARIETIES AND LINES IN TERMS OF PRODUCTIVITY AND ELEMENTS OF ITS STRUCTURE IN FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

I.F. Demina

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division
“Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

Abstract. The research was carried out in order to identify the adaptive properties of spring soft wheat varieties and lines in terms of productivity and elements of its structure (grain weight per ear, weight of 1000 grains). Adaptive properties of 16 varieties and 27 lines of spring soft wheat of different maturity groups were estimated for three traits. Field experiments were undertaken in 2019-2020 on facilities and resources of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in a laboratory of breeding technologies. Vegetation conditions had a great influence on the overall variability. The share of the genotype contribution was in the range of 5.2-12.5% accordingly, respectively. Variety samples Sensei, Irvita, Arkhat, Nastavnik, Erythrosperrum 70/04-3 were classified as ecologically plastic in terms of yield, grain weight per ear and weight of 1000 grains. They showed high productivity in various conditions (3.37-4.13 t/ha), regression coefficient (1.12-1.22), average deviation from the regression line (5.5-7.0) and high rates of adaptability (6.2-11.0); grain weight per ear (1.26-1.35 g), regression coefficient (1.05-1.35), average deviation from the regression line (5.2-7.3) and high adaptability rates (8.8-16.4); weight of 1000 grains (39.5-43.9 g), regression coefficient (1.08-1.25), average deviation from the regression line (3.6-9.4) and high rates of adaptability (8.8-11.9). The following varieties had stress resistance by productivity: Erythrosperrum 34/08-21 and Lutescens 1/12-19 — productivity in harsh conditions 3.36-3.40 t/ha, coefficient of variation (16.0-16.8%), coefficient regression (0.96-0.99), deviation from the regression line (5.3-6.3); by grain weight per ear: Erythrosperrum 76/03-6, Lutescens 21/08-24, Erythrosperrum 39/08-9, Erythrosperrum 25/08-11 and Lutescens 15/06-10 — ear productivity 1.20-1.27 g, regression coefficient (0.92-0.99), coefficient of variation (12.5-16.8%), deviation from the regression line (4.0-5.5); by weight of 1000 grains Erythrosperrum 76/03-6, Erythrosperrum 20/08-7 and Lutescens 28/09-23 — grain size 41.1-45.1 g, deviation from regression (5.3-9.8), regression coefficient (0.96-0.98), average coefficient of variation (5.2-17.9%). The identified promising varieties and lines should be actively used in breeding processes for adaptability.

Keywords: selection, spring wheat, yield, variety, genotype, adaptiveness, stress resistance

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008).



Введение. В настоящее время в растениеводстве сельскохозяйственных культур сорт был и остается одним из определяющих факторов эффективного модернизированного земледелия. На его долю приходится от 30 до 70% урожайности. Прогресс в росте роли сорта в обозримом будущем многие селекционеры видят в выведении сортов с повышенными адаптивными свойствами к абио- и биотическим стрессорам [1-4].

Урожайность зерновых культур зависит от взаимодействия генотипа растений и условий их произрастания, характер которых во многих зонах не позволяет использовать потенциал районированных сортов ввиду их низких адаптивных способностей, что приводит к необходимости изучения сортов по параметрам экологической пластичности [5-9].

Среднее Поволжье — традиционно важный регион агропромышленного комплекса страны. Однако из-за континентального климата, который характеризуется резкими колебаниями метеоусловий по годам и проявлением различных стрессовых факторов, объем производства сельскохозяйственной продукции подвержен существенным колебаниям. Одним из наиболее экономичных факторов его стабилизации является селекция и внедрение новых адаптивных сортов. Изучение экологической пластичности сортов, сфера их применения и адаптация к конкретным природно-климатическим условиям является актуальным вопросом современного сельскохозяйственного производства. Поэтому для решения данных задач необходимо располагать селекционным материалом и сведениями о его реакции на динамику внешних условий [10-12].

Целью исследований являлось изучение сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности, а также элементам ее структуры в условиях лесостепи Среднего Поволжья и выявление форм, обладающих высокой адаптивностью.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2019-2021 гг. на материально-технической базе ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в лаборатории селекционных технологий. Почва опытного участка — выщелоченный чернозем, средне-суглинистый. В качестве объекта исследований был использован набор из 16 сортов и 27 линий яровой мягкой пшеницы различных групп спелости.

Сортообразцы были высеяны по трем предшественникам: чистый пар, зернобобовые (горох) и зерновые (яровая пшеница). Учетная площадь делянок — 10 м², повторность 6-кратная. Посев делянок проводили в оптимальные для яровой пшеницы сроки сеялкой СН-10Ц, уборку — комбайном «Сампо-130». Норма высева — 5,5 млн всхожих семян/га. Учеты и наблюдения проводили в соответствии с Методикой государственного испытания сельскохозяйственных культур [13].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и вариационного анализа по Б.А. Доспехову [14]. Параметры экологической пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [15] и С.П. Мартынова [16] с помощью пакета компьютерной программы «Excel».

Первая половина вегетационного периода 2019 г. протекала в засушливых условиях средней интенсивности. Во второй половине репродуктивного периода сложились более благоприятные условия для получения высокого урожая зерна. Погодные условия 2020 г. характеризовались неблагоприятным распределением тепла и влаги для растений яровой пшеницы, при их значениях выше среднеемголетних, что привело к формированию низкой урожайности зерна. В 2021 г. сложились наиболее благоприятные условия для роста и развития яровой пшеницы, но с кратковременной засухой на начальном этапе вегетации растений.

Результаты и их обсуждение. Главным показателем адаптации сортов с различными генотипами к изменяющимся условиям выращивания является урожайность. Поэтому основное направление многочисленных селекционных программ — увеличение ее параметров.

По результатам трехлетних испытаний средняя урожайность сортов составила 3,26 т/га. Наиболее урожайной, в среднем за годы испытаний, оказалась группа среднепоздних сортов (3,52 т/га), в раннеспелой и среднеспелой группах она была ниже — 3,11 и 3,15 т/га соответственно. Однако в отдельные годы колебания по урожайности смещались в ту или иную группу спелости.

Погодные условия, сложившиеся в годы исследований, способствовали формированию урожайности яровой мягкой пшеницы среднего уровня — от 2,66 т/га в неблагоприятном 2021 г. до 3,51 т/га в благоприятном 2019 г. Разность по сортам и линиям между наименьшими и наибольшими значениями колебалась в пределах от 0,69 до 2,74 т/га, с градиентом нарастания по группам спелости — от среднеранней (1,08 т/га) к среднеспелой (1,53 т/га). Наибольшая средняя урожайность сформировалась по чистому пару в 2019 г., с колебаниями по группам спелости от среднеранней (3,78 т/га) до среднепоздней (4,19 т/га) и среднеспелой (4,38 т/га). Наименьшие показатели были отмечены в 2020 г. по яровым зерновым — от среднеранней (1,85 т/га) до среднеспелой (2,85 т/га) и среднепоздней (2,99 т/га) группам спелости (табл. 1).

По данным дисперсионного анализа вклад фактора «условия года» в общую изменчивость зерновой продуктивности составил 30,8%, взаимодействия факторов «условия года-предшественник» — 41,6%. Низкие доли изменчивости, обусловленные влиянием предшественника и генотипа, составили 6,3 и 12,5% соответственно. Вклады других взаимодействий оказались не выше 3% и были достоверными.

Обоснованием для агроэкологической классификации генотипов считаются коэффициенты регрессии (b_j) их урожаев на индексы условий среды, которые близки или равны 1, а также средние отклонения от линии единичного наклона (S^2). Из анализа адаптивных свойств сортов и линий яровой мягкой пшеницы видно, что к генотипам с широкой экологической пластичностью относятся: из среднеранних — Эритроспермум 76/03-6 и Эритроспермум 70/04-3; среднеспелых — Ирвита, Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 20/08-7; среднепоздних — Экада 113 и Архат. Также они имеют высокие показатели адаптивности ($H_f=6,2-11,0$).

Регрессия урожайности сортообразцов Новосибирская 15, Эритроспермум 34/08-21 и Лютесценс 1/12-19 на индексы среды меньше 1 ($b_j < 1$), поэтому их можно отнести к генотипам, устойчивым к лимитирующим средам с ограниченными запасами продуктивной влаги и элементов минерального питания. Также они характеризуются невысокими коэффициентами вариации ($C_v=15,5-16,8\%$). Сорта Сенсей и Наставник отмечены высокими минимальными и максимальными значениями урожайности, коэффициентом регрессии больше 1, невысокими отклонениями от линии регрессии (S^2) и высокой адаптивностью (H_f). Они относятся к экологически пластичным.

Считается, что масса зерна с колоса — это интегральный показатель таких структурных характеристик, как длина колоса, масса 1000 зерен. Этот признак обусловлен многими генами с разным типом взаимодействия. В селекционной практике массе зерна с колоса всегда отводилось одно из приоритетных значений. Отбор по колосу у многих селекционеров считается главным принципом работы в селекции на урожайность [15].

Доля влияния фактора «условия года» в общую изменчивость продуктивности колоса составила 82,5%, генотипа — 5,2% и их взаимодействия — 12,3%.

В группе среднеранних форм наибольшей массой зерна с колоса выделились сорт Сенсей и линия Эритроспермум 70/04-3. Также они имели высокий коэффициент регрессии и незначительно высокие отклонения от линии регрессии, поэтому их следует отнести к экологически пластичным. Стрессоустойчивыми по массе зерна с колоса являются линии Эритроспермум 76/03-6 и Лютесценс 21/08-24, об этом свидетельствуют повышенные значения данного признака в неблагоприятных условиях и коэффициент регрессии меньше 1 (табл. 2).

В группе среднеспелых линии Эритроспермум 39/08-9 и Эритроспермум 25/08-11 являются стрессоустойчивыми, так как они сочетают продуктивность колоса в неблагоприятных условиях с коэффициентом регрессии меньше 1 и относительно низкими вариационными значениями ($C_v=12,5-13,8\%$). Экологической пластичностью в данной группе характеризуются сорт Ирвита и линия Эритроспермум 43/08-9. Они имеют высокие предельные значения признака, коэффициент регрессии больше 1 и высокие показатели адаптивности ($H_f=6,8-9,0$).

В среднепоздней группе к экологически пластичным относятся сорта Архат и Наставник. Они обладают высокими значениями массы зерна с колоса, коэффициентом регрессии больше 1, высокой адаптивностью ($H_f=12,5-16,4$) и средними коэффициентами вариации ($C_v=14,5-19,2\%$). Стрессоустойчивость отмечена у линии Лютесценс 15/06-10. Для нее характерна высокая продуктивность колоса в неблагоприятных условиях, средний коэффициент вариации и коэффициент регрессии меньше 1 ($b_j < 1$).

Масса 1000 зерен считается важным и фенотипически слабо варьирующим признаком. Этот признак относится к одному из основных элементов структуры урожая и определяется не только генотипом, но и условиями выращивания, определяя степень выравненности зерен и, в конечном итоге, урожайность [16].





Таблица 1. Урожайность и параметры экологической пластичности сортов и линий яровой мягкой пшеницы (2019-2021 гг.)
Table 1. Yield and environmental plasticity parameters of spring soft wheat varieties and lines (2019-2021)

Сорт, линия	Средняя урожайность, т/га	Пределы варьирования урожайности (min-max), т/га	Коэффициент вариации (C_v), %	Параметры		Адаптивность (H_i)
				Коэффициент регрессии (b_i)	Отклонение от линии регрессии (S^2)	
Среднеранние сорта и линии						
Новосибирская 15, ст.	2,33	1,99-2,68	15,5	0,98	4,5	-1,0
Сенсей	3,80	3,07-5,13	17,8	1,22	5,5	9,5
Эритроспермум 76/03-6	3,71	3,35-4,05	18,5	1,09	6,7	7,2
Эритроспермум 70/04-3	3,57	3,04-4,28	19,2	1,15	6,3	9,2
Эритроспермум 15/08-4	3,41	3,09-3,75	18,1	1,09	6,8	3,1
Среднее	3,11	1,85-3,78				
HCP_{05}	0,15					
Среднепоздние сорта и линии						
Тулайковская 108, ст.	3,60	3,28-4,10	16,9	1,00	3,8	-1,7
Эритроспермум 43/08-9	3,70	2,85-4,63	20,2	1,02	4,8	5,2
Ирвита	3,48	2,73-4,35	16,5	1,19	5,9	6,7
Эритроспермум 34/08-21	3,36	3,70-4,68	16,0	0,99	6,3	7,1
Эритроспермум 20/08-7	3,35	2,68-4,14	19,2	1,02	4,5	6,2
Среднее	3,15	2,85-4,38				
HCP_{05}	0,12					
Среднепоздние сорта и линии						
Архат, ст.	3,37	2,70-3,89	17,3	1,12	7,0	10,2
Экада 113	3,14	2,91-3,33	18,9	1,05	6,2	7,0
Лютесценс 1/12-19	3,40	3,25-3,68	16,8	0,96	5,3	6,2
Наставник	4,13	3,13-5,87	20,5	1,20	5,8	11,0
Среднее	3,52	2,99-4,19				
HCP_{05}	0,18					

Таблица 2. Продуктивность колоса и параметры экологической пластичности сортов и линий яровой мягкой пшеницы (2019-2021 гг.)
Table 2. Ear productivity and parameters of ecological plasticity of spring wheat varieties and lines (2019-2021)

Сорт, линия	Средняя урожайность, т/га	Пределы варьирования урожайности (min-max), т/га	Коэффициент вариации (C_v), %	Параметры		Адаптивность (H_i)
				Коэффициент регрессии (b_i)	Отклонение от линии регрессии (S^2)	
Среднеранние сорта и линии						
Эритроспермум 70/04-3	1,33	1,15-1,43	17,5	1,20	5,2	8,8
Сенсей	1,26	1,16-1,35	16,0	1,35	6,0	11,2
Эритроспермум 76/03-6	1,23	1,15-1,33	15,4	0,99	4,5	4,5
Лютесценс 21/08-24	1,20	1,14-1,30	14,8	0,96	4,0	3,8
Среднее	1,16					
HCP_{05}	0,03					
Среднепоздние сорта и линии						
Эритроспермум 43/08-9	1,30	1,25-1,44	20,8	1,02	5,2	6,8
Ирвита	1,27	1,20-1,33	16,6	1,15	7,3	9,0
Эритроспермум 39/08-9	1,27	1,14-1,39	13,8	0,92	4,0	5,6
Эритроспермум 25/08-11	1,25	1,14-1,36	12,5	0,93	4,3	4,7
Среднее	1,20					
HCP_{05}	0,02					
Среднепоздние сорта и линии						
Архат	1,32	1,29-1,36	14,5	1,05	7,0	12,5
Наставник	1,35	1,29-1,42	19,2	1,15	6,8	16,4
Лютесценс 15/06-10	1,29	1,22-1,34	16,8	0,95	5,5	9,2
Среднее	1,32					
HCP_{05}	0,03					



Таблица 3. Масса 1000 зерен и параметры экологической пластичности сортов и линий яровой мягкой пшеницы (2019-2021 гг.)
Table 3. Weight of 1000 grains and parameters of ecological plasticity of spring soft wheat varieties and lines (2019-2021)

Сорт, линия	Средняя урожайность, т/га	Пределы варьирования урожайности (min-max), т/га	Коэффициент вариации (C _v), %	Параметры		Адаптивность (H _i)
				Коэффициент регрессии (b _i)	Отклонение от линии регрессии (S ²)	
Среднеранние сорта и линии						
Эритроспермум 70/04-3	43,9	38,2-50,0	5,8	1,25	4,5	8,8
Сенсей	40,4	36,2-45,8	6,5	1,20	3,6	10,2
Эритроспермум 76/03-6	41,1	37,6-43,8	15,2	0,98	5,3	7,8
Лютесценс 11/07-13	39,8	36,8-44,8	10,4	1,30	4,2	11,3
Среднее	41,3					
HCP ₀₅	0,35					
Среднеспелые сорта и линии						
Эритроспермум 43/08-9	41,6	38,4-47,2	7,7	1,15	5,3	9,8
Ирвита	39,9	35,3-45,2	8,9	1,08	6,9	12,2
Эритроспермум 20/08-7	44,7	39,7-51,2	16,3	0,96	8,6	7,8
Эритроспермум 34/08-21	38,8	35,2-43,8	10,3	1,27	12,2	5,6
Лютесценс 28/09-23	45,1	40,8-52,2	17,9	0,98	9,8	10,8
Эритроспермум 33/08-48	37,8	35,8-41,6	9,4	0,90	5,8	4,2
Среднее	41,3					
HCP ₀₅	0,4					
Среднепоздние сорта и линии						
Архат	39,2	35,5-44,2	9,6	1,21	7,9	10,5
Наставник	39,5	34,5-44,2	10,2	1,18	9,4	11,9
Эритроспермум 39/08-10	41,2	36,8-46,2	14,5	1,29	11,6	4,9
Экада 113	38,1	36,4-41,2	15,7	0,95	7,2	11,6
Среднее	39,5					
HCP ₀₅	0,30					

По результатам анализа адаптивных свойств сортов и линий яровой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен видно, что к генотипам с широкой экологической пластичностью относятся: в среднеранней группе — Эритроспермум 70/04-3 и Сенсей, в среднеспелой — Эритроспермум 43/08-9 и Ирвита, в среднепоздней — Архат и Наставник. Об этом свидетельствуют высокие предельные значения признака, коэффициенты регрессии больше 1, низкие коэффициенты вариации, невысокие отклонения от линии регрессии и высокие показатели адаптивности (табл. 3).

Стрессоустойчивостью обладают линия Эритроспермум 76/03-6 (среднеранняя), Эритроспермум 20/08-7 (среднеспелая) и Лютесценс 28/08-23 (среднепоздняя). Для них характерны высокие показатели по крупности зерна в неблагоприятных условиях, средние вариационные значения и коэффициенты регрессии меньше 1 (b_i=0,95-0,98).

Наибольшую отзывчивость на улучшение условий выращивания показали линии: из среднеранней группы — Лютесценс 11/07-13, из среднеспелой — Эритроспермум 34/08-21 и среднепоздней — Эритроспермум 39/08-10, та как у них коэффициент регрессии значительно больше 1 (b_i=1,27-1,30). Линия Эритроспермум 33/08-48 из группы среднеспелых характеризуется повышенной устойчивостью признака к неблагоприятным условиям

окружающей среды. Стабильность реакции данного генотипа на смену условий выращивания выражается коэффициентом регрессии меньше 1 (b_i=0,90) и низким коэффициентом вариации (C_v=9,4%).

Доля влияния фактора «условия года» в общую изменчивость продуктивности колоса составила 78,6%, генотипа — 6,3% и их взаимодействия — 15,1%.

Заключение. Вариабельность показателей урожайности, массы зерна с колоса и массы 1000 зерен изучаемых форм яровой мягкой пшеницы обусловлены условиями окружающей среды. Вклад генотипа в общую изменчивость по трем признакам составил 12,5, 5,2 и 6,3% соответственно.

Высоким адаптивным потенциалом по всем трем признакам обладают сорта и линии яровой мягкой пшеницы: Сенсей, Ирвита, Архат, Наставник Эритроспермум 70/04-3. Стрессоустойчивыми по урожайности являются сортообразцы Эритроспермум 34/08-21 и Лютесценс 1/12-19; по массе зерна с колоса — Эритроспермум 76/03-6, Лютесценс 21/08-24, Эритроспермум 39/08-9, Эритроспермум 25/08-11 и Лютесценс 15/06-10; по массе 1000 зерен — Эритроспермум 76/03-6, Эритроспермум 20/08-7 и Лютесценс 28/09-23. Отзывчивостью на улучшение условий выращивания по продуктивности колоса отличаются Лютесценс 11/07-13, Эритроспермум 34/08-21 и Эритроспермум 39/08-10.

Выделившиеся перспективные сорта и линии с различными экологическими характеристиками будут активно использоваться в селекции культуры на адаптивность.

Список источников

1. Ковтун В.И., Сухарева А.А. Урожайность и элементы ее структуры у новых генотипов пшеницы мягкой озимой в условиях юга России // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 16-19. Режим доступа: <https://doi.org/10.28983/asjy2020i11pp.16-19>
2. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крамалева М.С., Бугрова В.В. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, элементы ее структуры и адаптивные свойства в условиях Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3 (39). С. 17-22. doi: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22
3. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617-626. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27298379>
4. Левакова О.В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2 (62). С. 13-18. doi: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-13-18
5. Алабушев А.В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 47-61. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19635682>





6. Валежанин В.С., Лепехов С.Б. Оценка адаптивных свойств сортов яровой пшеницы в условиях приобской лесостепи Алтайского края // *Зерновое хозяйство России*. 2013. № 5 (29). С. 27-30. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20863147>

7. Jalal Kamali, M.R., Duveiller, E. (2008). Wheat Production and Research in Iran: A Success Story. *International Symposium on Wheat Yield Potential: Challenges to international Wheat Breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT, pp. 54-58.

8. Ионова Е.В., Меховидова В.А., Газе В.Л. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 1 (73). С. 3-7.

9. Сапега В.А. Потенциал урожайности, стрессоустойчивость и экологическая пластичность среднеранних сортов яровой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2016. № 2 (44). С. 6-10. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26165207>

10. Кирьякова М.Н., Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Глушаков Д.А. Сравнительное изучение сортов твердой пшеницы по элементам продуктивности и пластичности // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2019. № 3 (52). С. 33-39. doi: 10.31677/2072-6724-2019-52-3-33-39

11. Кинчаров А.И., Демина Е.А., Муллаянова О.С., Таранова Т.Ю. Актуальные проблемы адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье и пути их решения // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018. Т. 20. № 2 (3). С. 459-463. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37034640>

12. Кривобочек В.Г. Оценка адаптивных свойств новых сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности в лесостепных условиях Среднего Поволжья // *Нива Поволжья*. 2015. № 2 (35). С. 43-47. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23859147>

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. 267 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.

15. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 36-40.

16. Мартынов С.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур // *Сельскохозяйственная биология*. 1989. № 3. С. 124-128.

17. Gonzalez, A.S., Sivakumar, S., Gemma, M., Matthew, R., Alma, R.A., Francisco, P.C., Ryan, J., Anthony, H., Michael, F. (2019). Genetic analysis of partitioning traits to increase yield, grain number and harvest index in a high biomass spring wheat panet. doi: <https://dio.org/10.13140/RG.2.2.17999.33447>

18. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Озерненность колоса, масса зерна с колоса и масса 1000 зерен в повышении урожайности озимой пшеницы // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015. № 3 (53). С. 27-29. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>

References

1. Kovtun, V.I., Sukhareva, A.A. (2020). Urozhainost' i ehlementy ee struktury u novykh genotipov pshenitsy myagkoi ozimoi v usloviyakh yuga Rossii [Productivity and elements of its structure in new genotypes of soft winter wheat in the conditions of southern Russia]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 11, pp. 16-19. Available at: <https://doi.org/10.28983/asjy2020i11pp16-19>

2. Sandukhadze, B.I., Mamedov, R.Z., Krakhmalova, M.S., Bugrova, V.V. (2021). Urozhainost' sortov ozimoi myagkoi pshenitsy, ehlementy ee struktury i adaptivnye svoystva v usloviyakh Nechernozemnoi zony [Yield of winter soft wheat varieties, elements of its structure and adaptive properties in the conditions of the Non-Chernozem zone]. *Zernobovoye i krupyanye kul'tury* [Legumes and grain crops], no. 3 (39), pp. 17-22. doi: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22

3. Rybas, I.A. (2016). Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Increasing adaptability in the selection of grain crops]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 51, no. 5, pp. 617-626. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27298379>

4. Levakova, O.V. (2019). Rezul'taty izucheniya adaptivno-ehkologicheskikh pokazatelei novykh sortov i perspektivnykh liniy ozimoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Ryazanskoj oblasti [Results of the study of adaptive and ecological indicators of new varieties and promising lines of winter soft wheat in the conditions of the Ryazan region]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2 (62), pp. 13-18. doi: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-13-18

5. Alabushev, A.V. (2013). Adaptivnyi potentsial sortov zernovykh kul'tur [Adaptive potential of varieties of grain crops]. *Zernobovoye i krupyanye kul'tury* [Legumes and grain crops], no. 2 (6), pp. 47-61. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19635682>

6. Valekhanin, V.S., Lepekhov, S.B. (2013). Otsenka adaptivnykh svoystv sortov yarovoi pshenitsy v usloviyakh priobskoi lesostepi Altaiskogo kraja [Assessment of adaptive properties of spring wheat varieties in the conditions of the Priobskaya forest-steppe of the Altai Territory]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 5 (29), pp. 27-30. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20863147>

7. Jalal Kamali, M.R., Duveiller, E. (2008). Wheat Production and Research in Iran: A Success Story. *International Symposium on Wheat Yield Potential: Challenges to international Wheat Breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT, pp. 54-58.

8. Ionova, E.V., Mekhovidova, V.A., Gaze, V.L. (2021). Izmenenie mekhanizmov adaptivnosti i urozhainosti sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v zasushivlykh usloviyakh po etapam sortosmeny [Comparative study of durum wheat varieties by productivity and plasticity elements]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 1 (73), pp. 3-7.

9. Sapaga, V.A. (2016). Potentsial urozhainosti, stressoustoichivost' i ehkologicheskaya plastichnost' sredneran-nikh sortov yarovoi pshenitsy [Yield potential, stress resistance and environmental plasticity of medium-early spring

wheat varieties]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2 (44), pp. 6-10. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26165207>

10. Kir'yakova, M.N., Evdokimov, M.G., Yusov, V.S., Glushakov, D.A. (2019). Sravnitel'noe izuchenie sortov tverdoi pshenitsy po ehlementam produktivnosti i plastichnosti [Comparative study of durum wheat varieties by elements of productivity and plasticity]. *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)* [Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)], no. 3 (52), pp. 33-39. doi: 10.31677/2072-6724-2019-52-3-33-39

11. Kincharov, A.I., Demina, E.A., Mullayanova, O.S., Taranova, T.Yu. (2018). Aktual'nye problemy adaptivnoi selektsii yarovoi myagkoi pshenitsy v Srednem Povolzh'e i puti ikh resheniya [Actual problems of adaptive breeding of spring soft wheat in the Middle Volga region and ways to solve them]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoi akademii nauk* [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], vol. 20, no. 2 (3), pp. 459-463. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37034640>

12. Krivobochek, V.G. (2015). Otsenka adaptivnykh svoystv novykh sortov yarovoi myagkoi pshenitsy po urozhainosti v lesostepnykh usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Assessment of adaptive properties of new varieties of spring soft wheat by yield in forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 2 (35), pp. 43-47. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23859147>

13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (1985). [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, Kolos Publ., 267 p.

14. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

15. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 36-40.

16. Martynov, S.P. (1989). Otsenka ehkologicheskoi plastichnosti sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Assessment of ecological plasticity of agricultural varieties]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], no. 3, pp. 124-128.

17. Gonzalez, A.S., Sivakumar, S., Gemma, M., Matthew, R., Alma, R.A., Francisco, P.C., Ryan, J., Anthony, H., Michael, F. (2019). Genetic analysis of partitioning traits to increase yield, grain number and harvest index in a high biomass spring wheat panet. doi: <https://dio.org/10.13140/RG.2.2.17999.33447>

18. Kovtun, V.I., Kovtun, L.N. (2015). Ozerennost' kolosa, massa zerna s kolosa i massa 1000 zeren v povyshenii urozhainosti ozimoi pshenitsy [Ozerennost of the ear, the weight of grain from the ear and the weight of 1000 grains in increasing the yield of winter wheat]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 3 (53), pp. 27-29. Available at: <http://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>

Информация об авторе:

Демина Ирина Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, deminaif@mail.ru

Information about the author:

Irina F. Demina, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, deminaif@mail.ru