

ОЦЕНКА АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Н. Кирьякова, кандидат сельскохозяйственных наук

В.С. Юсов, кандидат сельскохозяйственных наук

М.Г. Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук

Д.А. Глушаков, младший научный сотрудник

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

E-mail: m_kiriakova@mail.ru

Ключевые слова: твердая пшеница, линии, генотипы, экологическая пластичность, адаптивная способность, стабильность, качество зерна

Реферат. Полевые исследования выполнялись в 2018–2019 гг на базе селекционного севооборота лаборатории селекции твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ», а также на опорном пункте семеноводства в степной зоне в поселке Новоуральский Таврического района Омской области. Опыты в обоих экологических пунктах были заложены по чистому пару. Площадь делянок 10 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Погодные условия в течение вегетационного периода 2018 г. отличались контрастностью как по осадкам, так и по температурному режиму. Формирование зерна происходило в конце августа - начале сентября, что во многом повлияло на качество зерна. В 2019 г. сложились нетипичные метеорологические условия: благоприятные в первый период вегетации и засушливые – во второй (поволжский тип засухи). Проведена оценка продуктивности линий твердой пшеницы по адаптивной способности и стабильности. Представлены научные данные по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Урожайность линий твёрдой пшеницы значительно варьировала в зависимости от агроклиматических условий года и фона выращивания. Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в южной лесостепной зоне Омска, максимальная урожайность отмечена у линий Горд. 08-67-1, Горд. 09-68-1, Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5. По всем изученным линиям общая адаптивная способность близка к нулю, что показывает стабильность генотипов во внешней среде. Специфическая адаптивная способность выявлена у линий Горд. 10-33-3, Горд. 10-8-4, Горд. 11- 70-7, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1. По результатам исследования выделены перспективные линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1. Селекционная оценка перспективных линий проводилась по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Хорошие показатели качества у линии Горд. 11-70-7: масса 1000 зёрен 49,75 г, высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (6%). Линия Горд. 09-68-1 по качеству зерна и массе 1000 зёрен лучше сорта Жемчужина Сибири, поражаемость бурой и стеблевой ржавчиной минимальна, что перспективно для селекционной работы. Представляют селекционную ценность, сочетая стабильность генотипа, высокую продуктивность, качество зерна и макарон, устойчивость к болезням, линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1, Горд. 11-70-7, Горд. 11-99-1.

EVALUATION OF ADAPTIVE CAPACITY OF PROMISING SPRING DURUM WHEAT LINES IN OMSK REGION CONDITIONS

Kiriakova M.N., Candidate of Agriculture

Iusov V.S., Candidate of Agriculture

Evdokimov M.G., Dr. of Agricultural Sc.

Glushakov D.A., Junior Research Fellow

Omsk Agrarian Research Centre, Omsk, Russia

Keywords: durum wheat, lines, genotypes, environmental plasticity, adaptive ability, stability, grain quality.

Abstract. Field research was carried out in 2018-2019 on the premises of Omsk Agrarian Research Centre, exactly the breeding crop rotation of the laboratory of durum wheat breeding as well as at the reference point of seed production in the steppe zone in the village of Novouralsky Tavrichesky district of Omsk region. The experiments were conducted in a complete fallow. The area of the plots was 10 m², repeated four times, the location was random. Weather conditions during the vegetation period of 2018 were contrasting both in terms of precipitation and temperature. Grain formation took place in late August - early September, which had a significant impact on grain quality. In 2019, atypical meteorological conditions were observed: favorable in the first vegetation period and arid - in the second (Volga type of drought). The productivity of durum wheat lines was estimated in terms of adaptive capacity and stability. Scientific data on the parameters of grain quality and disease resistance are highlighted. Yields of durum wheat lines varied considerably depending on agro-climatic conditions of the year and cultivation background. The best conditions for the growth and development of genotypes were set up in the southern forest-steppe zone of Omsk, the maximum crop yield was observed in the Gord. line 08-67-1, Gord. 09-68-1, Gord. 05-12-7(v), Gord. 08-107-5. The general adaptive ability is close to zero, that shows stability of genotypes in external environment. Specific adaptive ability revealed in the lines: Gord. 10-33-3, Gord. 10-8-4, Gord. 11- 70-7, Gord. 11-77-8, Gord. 11-99-1. The authors highlight the following promising lines according to the experimental results: Gord. 05-12-7(v), Gord. 08-107-5, Gord. 09-68-1, Gord. 08-67-1. Selection assessment of promising lines was carried out on the indicators of grain quality and disease resistance. The following parameters are seen as good quality indicators at the Gord line 11-70-7: weight of 1000 grains is 49.75 g and high resistance to stem rust (6%). According to the quality of grain and weight of 1000 grains, Gord. line 09-68-1 is better than Zhemchuzhina Sibiri, affection of brown and stem rust is minimal that is interesting for selection procedures. The following varieties are valuable from the point of view of breeding, stability of genotype, high productivity, quality of grain and pasta and resistance to disease: Gord. 05-12-7(v), Gord. 08-107-5, Gord. 09-68-1, Gord. 08-67-1, Gord. 11-70-7, Gord. 11-99-1.

Основное назначение твердой пшеницы – изготовление качественных макаронных изделий, которые длительный срок сохраняются без заметного ухудшения цвета, вкуса, питательных свойств. В Западной Сибири твердая пшеница возделывается в степной и южной лесостепной зонах. Это типичный аридный регион с недобором осадков и высокими температурами в отдельные периоды вегетации. Среднегодовое количество осад-

ков в южной лесостепи – 300–350 мм, а их распределение крайне неравномерно в течение года.

Повышение адаптивного потенциала культурных растений является чрезвычайно важной проблемой. В селекционных программах на современном этапе в выборе между широкой общей адаптивностью как способностью сорта произрастать в широко варьирующих условиях и адаптивностью узкоспе-

циализированной, т.е. приспособленностью к конкретной среде места обитания, предпочтение отдается последнему направлению [1–5].

Экологическая пластичность сортов тесно связана с их нормой реакции на факторы внешней среды. Генотипы с широкой нормой реакции произрастают в различных условиях и обладают сравнительно высокой продуктивностью, узкая же норма реакции приводит к неустойчивости урожая по годам и незначительному ареалу распространения сорта [6–9].

Экологические факторы являются ведущими в определении величины изменчивости количественных признаков в процессе роста и развития растения. Генотип любого растения, взаимодействуя с условиями внешней среды, модифицирует в соответствии с этим свои признаки. Все признаки, которые являются элементами структуры урожая, следует рассматривать с точки зрения их изменчивости и связи с генетическими и средовыми факторами. Знание закономерностей варьирования количественных признаков играет важную роль в селекции растений при отборе ценных генотипов, а также дает возможность определить пластичность сортов [10, 11].

Приспособительные изменения признаков и свойств затрагивают организм в целом. При изменении условий существования отдельные генотипы могут утратить способность к выживанию, что ведет к изменению частот аллелей, генов и появлению более приспособленных форм. Адаптация, таким образом, является ответом популяции на изменения среды [12, 13].

Приспособленность организма в какой-то определенной или любой среде характеризует адаптивность. Дифференциальная приспособленность может быть связана с любой стадией онтогенеза. Вне зависимости от биологических причин дифференциальная приспособленность определяется совокупностью факторов, приводящих к дифференциальному представительству генов от разных генотипов в следующем поколении [12, 14].

Цель исследования – провести оценку продуктивности линий твердой пшеницы по адаптивной способности и стабильности, из-

учить показатели качества зерна и устойчивость к болезням, что позволит выявить степень адаптивности перспективных линий и определить их селекционную ценность.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования выполнялись в 2018–2019 гг. на базе селекционного севооборота лаборатории селекции твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ», а также на опорном пункте семеноводства в степной зоне в поселке Новоуральский Таврического района Омской области. Опыты в обоих экологических пунктах были заложены по чистому пару. Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный среднетяжелый (6,2%) тяжелосуглинистый. Площадь делянок 10 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Оценка материала по качеству зерна и макарон по микрометодикам была проведена в лаборатории качества зерна Омского АНЦ. Параметры экологической пластичности рассчитывали по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылевой [14, 15].

Погодные условия в течение вегетационного периода 2018 г. отличались контрастностью как по осадкам, так и по температурному режиму. Практическое отсутствие осадков в первой и второй декадах июля при относительной влажности воздуха 62–63% и наличии обильной росы способствовало проявлению на посевах мучнистой росы, максимум которой зафиксирован в конце третьей декады июля – первой декаде августа. Эпифитотии бурой и стеблевой ржавчины наблюдались во второй и третьей декадах августа, чему способствовали благоприятные гидротермические условия (ГТК – 1,04 и 2,25 соответственно). Формирование зерна происходило в конце августа – начале сентября.

В 2019 г. сложились нетипичные метеорологические условия: благоприятные в первый период вегетации и засушливые – во второй (поволжский тип засухи). В наиболее критический период развития растений (июнь –

первая декада июля) наблюдалась пониженная температура воздуха с обильными осадками, что способствовало формированию большой биомассы растений и затяжной вегетации. Чрезмерное количество осадков, сильные ветры, высокая влажность воздуха способствовали сильному полеганию растений и развитию болезней, особенно стеблевой ржавчины. Повышенная температура в первой и второй декаде августа ускорила налив и созревание зерна твердой пшеницы, что повлияло на его качество. Поэтому в более выгодном положении оказались среднеранние сорта и линии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Перспективные линии разновидности гордеиформе выращивали в двух экологических зонах Омской области – южной лесостепной и степной. В качестве стандарта взят среднеранний сорт Жемчужина Сибири. Урожайность линий твердой пшеницы значительно варьировала в зависимости от агроклиматических условий года и пункта возделывания.

Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в лесостепной зоне. Здесь высокую продуктивность имели линии Горд. 09-73-2 (5,62 т/га), Горд. 11-70-7 (5,78 т/га), Горд. 11-99-1 (5,58 т/га). В степной зоне условия вегетации и уровень агротехники были значительно хуже. Низкая продуктивность отмечалась у большинства линий и только четыре из них превысили стандарт по урожайности: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 08-67-1, Горд. 09-68-1 (табл. 1). За два года исследований средняя урожайность по фонам у сорта Жемчужина Сибири составила 3,87 т/га. Все линии превысили по продуктивности стандарт, а максимальная урожайность отмечалась у линий Горд. 08-67-1 и Горд. 09-68-1 (4,31 т/га).

Коэффициент линейной регрессии B_i показывает реакцию сортов и линий на изменение условий выращивания. Сорт Жемчужина Сибири и большинство линий имеют показатель пластичности ниже 1, они более при-

способлены к меняющимся экологическим условиям и менее требовательны к уровню агротехники (табл. 1). Высокую пластичность проявили линии Горд. 10-33-3, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1, их лучше выращивать по интенсивному фону. Показатель среднеквадратического отклонения (B^2d), или стабильности, показывает уровень взаимодействия «генотип – среда». Различия по величине показателя стабильности незначительны. Вся изменчивость продуктивности линий вызвана только влиянием условий внешней среды, а не их генетическими особенностями.

По методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой проведена оценка стабильности пластичности. Этот метод генетического анализа основан на испытании генотипов в различных средах и позволяет выявить общую и специфическую адаптивную способность, их стабильность, селекционную ценность и вести отбор для селекции [14]. Сравнение линий проводили путём оценки взаимодействия конкретного генотипа с внешней средой, используя вариансу взаимодействия ($Q^2(C \cdot E)_{gi}$). Общая адаптивная способность характеризует среднее значение признака, специфическая – отклонение в конкретных условиях среды. По всем изученным линиям ОАС близка к нулю, что показывает стабильность генотипов во внешней среде. Специфическая адаптивная способность варьировала от 2 до 3 у линий Горд. 10-33-3, Горд. 10-8-4, Горд. 11-70-7, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1. Относительная стабильность генотипов (S_{gi} , %) у этих линий самая высокая. Коэффициент компенсации генотипа (K_{gi}) колебался от 0,7 до 1,25 и у большинства линий был ниже 1, что свидетельствует о преобладании стабильности (см. табл. 1). Согласно коэффициенту нелинейности (L_{ji}), у всех линий реакция генотипов носит линейный характер. При отборе стабильных генотипов следует отдавать предпочтение линиям, у которых $K_{gi} = 1$.

Селекционная ценность генотипа зависит от продуктивности сортов и линий и адаптивной способности к условиям внешней среды. По результатам исследования выделены пер-

Таблица 1

Продуктивность генотипов и параметры адаптивной способности и стабильности
Genotype productivity and adaptive capacity and stability parameters

Линия	Среднее		Среднее по 2 фонам	Bi	B ² d	Q ² (C'E)gi	Q ² CACi	QCACi	Lji	Sgi %	CЦГ i	Kgi
	лесостепь	степь										
Жемчужина Сибири	4,55	3,19	3,87	0,86	0,01	0,02	0,97	0,99	0,03	116,84	0,52	0,71
Горд. 05-12-7(в)	4,91	3,66	4,28	0,90	0,02	0,01	1,31	1,15	0,01	135,65	0,46	0,82
Горд. 08-107-5	4,72	3,83	4,27	0,89	0,32	0,22	1,00	1,00	0,22	118,56	0,51	0,72
Горд. 08-25-1	3,82	2,75	3,29	0,88	0,72	0,78	1,36	1,17	0,57	138,22	0,46	0,84
Горд. 08-67-1	4,99	3,64	4,31	1,10	0,00	0,09	1,81	1,35	0,05	159,39	0,40	0,97
Горд. 09-122-1	5,15	3,08	4,11	0,94	0,20	0,11	1,69	1,30	0,07	154,05	0,41	0,93
Горд. 09-124-1	4,57	3,18	3,87	0,88	0,01	0,02	1,18	1,09	0,01	128,92	0,48	0,78
Горд. 09-68-1	4,94	3,69	4,31	0,97	0,18	0,19	1,24	1,11	0,15	131,69	0,48	0,80
Горд. 07-115-1в	5,29	2,40	3,85	1,07	0,02	0,01	1,76	1,33	0,01	156,99	0,41	0,95
Горд. 09-73-1	5,50	2,53	4,01	1,07	0,07	0,05	1,91	1,38	0,02	163,87	0,39	0,99
Горд. 09-73-2	5,62	2,95	4,29	0,99	0,01	0,06	1,60	1,26	0,04	149,72	0,43	0,91
Горд. 10-32-1	5,11	2,65	3,88	0,88	0,05	-0,03	1,25	1,12	-0,03	132,19	0,47	0,80
Горд. 10-33-3	5,40	2,55	3,97	1,27	0,58	0,65	2,35	1,53	0,28	181,61	0,34	1,10
Горд. 11-8-4	5,51	2,18	3,84	1,07	0,71	0,28	2,52	1,59	0,11	188,03	0,32	1,14
Горд. 11-46-3	4,92	2,53	3,72	0,94	0,01	-0,01	1,20	1,10	-0,01	130,01	0,48	0,79
Горд. 11-70-7	5,78	2,53	4,15	1,13	0,21	0,13	2,32	1,52	0,06	180,33	0,34	1,09
Горд. 11-76-3	5,32	2,58	3,95	1,07	0,01	-0,02	1,56	1,25	-0,02	147,74	0,43	0,89
Горд. 11-77-8	5,37	1,90	3,64	1,50	0,58	0,71	3,02	1,74	0,23	205,87	0,27	1,25
Горд. 11-99-1	5,58	2,58	4,08	1,13	0,01	0,08	2,00	1,41	0,04	167,38	0,38	1,01
Q ² (C'E)gk										150,87		

Таблица 2

Показатели качества зерна и устойчивости к болезням (2018-2019 гг.)
Parameters of grain quality and resistance to diseases (2018-2019)

Линия	Стекловидность, %	Натура, г/л	Клейковина, %	Цвет сухих макарон, баллов	Белок, %	Масса 1000 зерен, г	Устойчивость к ржавчине, %	
							бурой	стеблевой
Жемчужина Сибири	53,50	775,00	23,75	2,90	11,93	38,10	55	90
Горд. 05-12-7(в)	55,00	774,00	24,20	3,35	12,31	40,80	40	60
Горд. 08-107-5	52,00	785,00	26,70	3,60	13,34	38,90	10	25
Горд. 08-25-1	62,00	763,00	27,30	3,25	14,64	39,10	60	95
Горд. 08-67-1	55,50	782,00	26,50	3,55	12,66	42,80	20	20
Горд. 09-122-1	56,50	795,00	24,75	3,45	12,28	40,50	10	20
Горд. 09-124-1	59,50	776,00	27,15	3,50	13,26	37,95	50	50
Горд. 09-68-1	59,00	793,00	24,70	3,50	11,84	40,80	13	20
Горд. 07-115-1в	53,00	789,50	26,30	3,00	12,26	43,10	5	20
Горд. 09-73-1	55,00	788,00	24,65	3,40	12,05	42,00	13	6
Горд. 09-73-2	54,50	813,00	25,50	3,55	11,60	46,00	40	30
Горд. 10-32-1	52,00	803,00	26,20	3,45	12,60	46,20	20	21
Горд. 10-33-3	53,00	811,00	27,20	3,60	12,57	46,00	30	50
Горд. 11-8-4	55,00	800,50	25,25	3,15	12,98	40,90	10	18
Горд. 11-46-3	55,50	792,00	24,25	3,35	12,45	42,20	30	20
Горд. 11-70-7	55,00	804,50	25,65	3,15	12,76	49,75	6	33
Горд. 11-76-3	52,00	786,50	24,90	3,50	11,60	38,90	8	36
Горд. 11-77-8	50,50	776,50	26,25	3,40	12,20	39,35	25	55
Горд. 11-99-1	54,00	788,00	25,80	3,10	12,45	41,70	13	10
НСР ₀₅	0,69	3,23	0,26	0,05	0,17	0,78	4,22	6,08

спективные линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1.

Селекционная оценка перспективных линий проводилась по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Стекловидность зерна у всех линий была ниже нормы – 50-59 %, так как сказались неблагоприятные условия во время уборки растений (табл. 2). Натурная масса у линий была на уровне сорта Жемчужина Сибири и выше – от 774 до 813 г/л.

Содержание клейковины и белка значительно выше у линий Горд. 08-107-5 и Горд. 09-124-1, чем у стандарта. Цвет сухих макарон колебался от 3,1 до 3,6 балла у Горд. 10-33-3 и Горд. 08-107-5. Хорошие показатели качества у линии Горд. 11-70-7: масса 1000 зёрен 49,75 г, высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (6%). Линия Горд. 09-68-1 по качеству зерна и массе 1000 зёрен лучше сорта Жемчужина Сибири, поражаемость ее бурой и стеблевой ржавчиной минимальна, что представляет интерес для селекционной работы.

У большинства перспективных линий масса 1000 зёрен была выше стандарта. По устойчивости к болезням выделились следующие линии: Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 09-122-1, Горд. 09-73-1, Горд. 11-8-4, Горд. 11-99-1.

Таким образом, реакция изученных генотипов напрямую зависит от влияния внешних факторов среды. В процессе изучения по адаптивности и стабильности выделились перспективные линии с высоким потенциалом по продуктивности, качеству зерна, устойчивые к болезням: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5,

Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1, Горд. 11-70-7, Горд. 11-99-1.

ВЫВОДЫ

1. Урожайность линий твёрдой пшеницы значительно варьировала в зависимости от агроклиматических условий года и фона выращивания. Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в южной лесостепной зоне, максимальная урожайность отмечена у линий Горд. 08-67-1, Горд. 09-68-1, Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5.

2. По всем изученным линиям общая адаптивная способность близка к нулю, что показывает стабильность генотипов во внешней среде. Специфическая адаптивная способность выявлена у линий Горд. 10-33-3, Горд. 10-8-4, Горд. 11-70-7, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1. По результатам исследования выделены перспективные линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1.

3. Селекционная оценка перспективных линий проводилась по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Хорошие показатели качества у линии Горд. 11-70-7: масса 1000 зёрен 49,75 г, высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (6%). Линия Горд. 09-68-1 по качеству зерна и массе 1000 зёрен лучше сорта Жемчужина Сибири, поражаемость ее бурой и стеблевой ржавчиной минимальна.

4. Представляют селекционную ценность, сочетая стабильность генотипа, высокую продуктивность, качество зерна и макарон, устойчивость к болезням, линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1, Горд. 11-70-7, Горд. 11-99-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евдокимов М.Г., Юсов В.С. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье. – Омск, 2008. – 160 с.
2. Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М. Экологическая пластичность яровой твёрдой пшеницы в условиях Алтая: монография / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. АНИИСХ. – Барнаул: Азбука, 2010. – С. 18–30.
3. Юсов В.С., Евдокимов М.Г. Твёрдая пшеница в лесостепи Западной Сибири. Достижения и перспективы // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 106–111.

4. *Integrating different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high-yielding barley genotypes* [Электронный ресурс] / B. Vaezi, A. Pour-Aboughadareh, R. Mohammadi [et al.] // *Euphytica*. – 2019. – Vol. 215. – P. 63. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2386-5>.
5. *Able J., Atienza S. Durum wheat for the future: challenges, research and prospects in the 21st century*. [Электронный ресурс] // *Crop Pasture Sci*. – 2014. – Режим доступа: https://doi.org/10.1071/CPv65n1_FO.
6. *Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка)*. / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов [и др.]. – Уфа, 2011. – 97 с.
7. *Расчёт и оценка параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений: метод. указания* / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов, С.П. Корнева. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2007. – 38 с.
8. *Malchikov P.N., Myasnikova M.G. Formation of gene association for general homeostasis and performance components of durum wheat (Triticum durum Desf.)* // *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. – 2016. – Vol. 6, N 4. – P. 357–366.
9. *Predicting Yield and Stability Analysis of Wheat under Different Crop Management Systems across Agro-Ecosystems in India* [Электронный ресурс] / M.L. Jat, R.K. Jat, P. Singh [et al.] // *American Journal of Plant Sciences*. – 2017. – Vol. 8. – P. 1977–2012. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.88133>.
10. *Голик В.С. Селекция Triticum durum Desf.* – Харьков, 1996. – 387 с.
11. *Малокостова Е.И., Пивоварова И.Ю., Попова А.В. Структурный анализ продуктивности колоса сортов и линий яровой твёрдой пшеницы* // *Центральный научный вестник*. – 2018. – Т. 3, № 22(63). – С. 32–34.
12. *Юсов В.С. Проблемы производства макаронных изделий* // *Тенденции и факторы развития агропромышленного комплекса Сибири: доклады науч.-практ. конф.* – Кемерово, 2005. – С. 224–226.
13. *Койшыбаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: метод. указания*. – Анкара: ФАО–СЕК, 2014. – 58 с.
14. *Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений*. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
15. *Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties*. // *Corp. Sci*. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.

REFERENCES

1. *Evdokimov M.G., Yusov V.S. Yarovayatverdayapshenitsa v SibirskomPriirtysh'e* (Spring durum wheat in Siberian Irtysh), Omsk, 2008, 160 p.
2. *Rozova M.A., Yanchenko V.I., Mel'nik V.M. Ekologicheskaya plastichnost' yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh Altaya* (Ecological plasticity of spring durum wheat in Altai), Barnaul: Azbuka, 2010, pp. 18-30.
3. *Yusov V.S., Evdokimov M.G. Aktual'nye problem sel'skogo khozyaistva gornyykh territorii* (Current problems of agriculture in mountain territories), Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, 2017, pp. 106-111. (In Russ.)
4. *Vaezi B., Pour-Aboughadareh, A., Mohammadi, R. [et al.] Integrating different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high-yielding barley genotypes*, *Euphytica*, 2019, Vol. 215, p. 63, available at: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2386-5>.
5. *Able J, Atienza S. Durum wheat for the future: challenges, research and prospects in the 21st century*. *Crop Pasture Sci*, 2014, available at: https://doi.org/10.1071/CPv65n1_FO.
6. *Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Kiraev R.S., Chanyshv I.O. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii (metodika I otsenka)*. (Ecological plasticity of agricultural plants (methodology and assessment), Ufa, 2011, 97 p.
7. *Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. Raschjot I otsenka parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii* (Calculation and evaluation of parameters of ecological plasticity of agricultural plants), Omsk: OMGAU, 2007, 38 p.

8. Malchikov P.N. Formation of gene association for general homeostasis and performance components of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2016, Vol. 6, No. 4, pp. 357-366.
9. Jat M.L., Jat R.K., Singh P., Jat S.L., Sidhu H.S., Jat H.S., Bijarniya D., Parihar C.M., Gupta R. Predicting Yield and Stability Analysis of Wheat under Different Crop Management Systems across Agro-Ecosystems in India. *American Journal of Plant Sciences*, 2017, Vol. 8, pp. 1977-2012, available at: <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.88133>.
10. Golik V.S. *Selekcija Triticum durum Desf.* (Selection *Triticum durum* Desf), Kharkov, 1996, 387 p.
11. Malokostova E.I., Pivovarova I.Y., Popova A.V. *Tsentral'nyi nauchnyi vestnik*, 2018, Vol. 3, No. 22(63), pp. 32-34. (In Russ.)
12. Yusov V.S. *Tendencii i factory razvitia agropromyshlennogo kompleksa Sibiri.* (Problems of pasta production), Proceedings Scientific and Practical Conference, Kemerovo, 2005, pp. 224-226. (In Russ.)
13. Kojshybaev M., Shamanin V.P., Morgunov A.I. *Skrining pshenicy na ustojchivost' k osnovnym boleznyam.* (Wheat screening for resistance to major diseases), Ankara: FAOSO, 2014, 58 p.
14. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. *Genotip i sreda v selekcii rastenij* (Genotype and Environment in Plant Breeding), Minsk: Nauka i tehnika, 1989, 191 p.
15. Eberhart S.A. Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 1966, Vol. 6, No. 1, pp. 36-40.