

ГЕНОТИП-СРЕДОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ И АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.А. Сапега, доктор сельскохозяйственных наук

Тюменский индустриальный университет,
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38
E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

Проведена оценка урожайности и параметров адаптивности допущенных к использованию и перспективных среднеспелых и среднепоздних сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья. Сорта испытывали в 2014-2016 гг. по паровому предшественнику в трех природно-климатических зонах: подтайге (II зона), северной лесостепи (III зона) и южной лесостепи (IV зона). Наибольшее взаимодействие генотип – среда отмечено при расчете корреляционной зависимости между урожайностью сортов в различные годы испытания в условиях южной лесостепной зоны (от $r=-0,07\pm 0,28$ до $r=0,41\pm 0,25$). Согласно оценке сортов яровой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности в 9 средах (3 года x 3 ГСУ), наибольшей максимальной и средней урожайностью в группе среднеспелых характеризуется допущенный к использованию сорт Авиада (соответственно 5,86 и 3,78 т/га), а в группе среднепоздних – перспективный сорт Квинтус (6,98 и 4,58 т/га). Отмечена значительная изменчивость урожайности. В группе среднеспелых сортов ее величина составила от 23,0 (Икар) до 29,9 % (Авиада), у среднепоздних – от 25,6 (Рикс) до 31,6 % (Квинтус). Стрессоустойчивость сортов оказалась низкой независимо от группы спелости. В группе среднеспелых наибольший показатель стрессоустойчивости был у сорта Икар (-2,32), у среднепоздних – у Рикс (-2,54). Наибольшая средняя урожайность в контрастных условиях у среднеспелых сортов отмечена у сорта Авиада (4,24 т/га), у среднепоздних – у Квинтус (4,73 т/га). По отзывчивости на изменение условий выделены три группы сортов: сильно отзывчивые (среднеспелые Лютесценс 70, Авиада, среднепоздние Мелодия, Квинтус), пластичные (среднеспелые Черныява 13, Скэнт 3, Омская 36, Тюменская 25, Тюменская 29, среднепоздние Ингала, Ямальская) и слабо отзывчивые (среднеспелые Икар, Сигма, среднепоздние Рикс, Степная Нива). У всех сортов независимо от группы спелости определена низкая гомеостатичность. Лучшим по гомеостатичности в группе среднеспелых был сорт Икар (Hom=6,59), у среднепоздних – Рикс (Hom=5,48). Все сорта в целом характеризовались низкой общей адаптивной способностью (OAC). Сравнительно высокие ее значения в группе среднеспелых выявлены у сорта Авиада (OAC=0,19), среднепоздних – у Квинтус (OAC=0,50). На основе комплексной оценки сортов по урожайности и параметрам адаптивности лучшими среднеспелыми сортами в условиях Северного Зауралья признаны Тюменская 25 и Тюменская 29, у среднепоздних – Мелодия и Ингала.

GENOTYPE-ENVIRONMENT INTERACTION, PRODUCTIVITY AND ADAPTIVE POTENTIAL OF SPRING WHEAT VARIETIES

Sapega VA.

Tyumen industrial university,
625000, Tyumen, ul. Volodarskogo, 38
E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

The assessment of productivity and the parameters of adaptability allowed to use and perspective mid-season and mid-late varieties of spring wheat in the conditions of the Northern Trans-Ural region carried out. The varieties were tested in 2014-2016 on the steam predecessor in three climatic zones: subtaiga (II zone), northern forest-steppe (III zone) and southern forest-steppe (IV zone). The greatest interaction a genotype-environment is noted when calculating correlation dependence of productivity of varieties in various years of their test in the conditions of the southern forest-steppe zone (from $r=-0,07\pm 0,28$ to $r=0,41\pm 0,25$). Assessment of productivity and parameters of adaptability of spring wheat varieties in 9 environments (3 years x 3 GSU) has shown that Aviada allowed to use characterized the greatest maximum and average productivity in group of mid-season varieties (respectively 5,86 and 3,78 t/hectare), and in the mid-late group – a perspective Quintus (respectively 6,98 and 4,58 t/hectare). The considerable variability of productivity is noted. Its size was from 23,0 % (Ikar) to 29,9 % (Aviada) in group of mid-season varieties, and at the mid-late group – from 25,6 % (Riks) to 31,6 % (Quintus). Resistance to stress of varieties was low irrespective of group of their ripeness. Ikar (-2,32) had the greatest indicator of resistance to stress in group mid-season varieties, and in the mid-late group – Riks (-2,54). Aviada (4,24 t/hectare) was characterized the greatest average productivity in contrast conditions in mid-season group and in the mid-late group – Quintus (4,73 t/hectare). Three groups of varieties were allocated on responsiveness for change of conditions: high responsiveness (mid-season – the Lutescens 70, Aviada; mid-late – the Melody, Quintus), plastic (mid-season – Chernyava 13, Skent 3, Omskaya 36, Tyumenskaya 25, Tyumenskaya 29; mid-late – Ingala, Yamalskaya) and poorly responsiveness (mid-season – Ikar, Sigma; mid-late – Riks, the Stepnaya Niva). The low homeostasis is revealed at all varieties irrespective of group of ripeness. The variety Ikar (Hom=6,59) was the best on a homeostasis in mid-season group, and at the mid-late group – Riks (Hom=5,48). In general all varieties were characterized by the low general adaptive ability (GAA). Its rather high values in group of mid-season varieties are revealed at Aviada (OAC=0,19), and at the mid-late group – Quintus (OAC=0,50). Tyumenskaya 25 and Tyumenskaya 29 are recognized the best mid-season varieties in the conditions of the Northern Trans-Ural region on the basis of complex assessment of productivity and parameters of adaptability, and at the mid-late group – Melody and Ingala.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, взаимодействие генотип – среда, урожайность, стрессоустойчивость, гомеостатичность, общая адаптивная способность

Key words: spring wheat, variety, interaction genotype – environment, productivity, resistance to stress, homeostasis, general adaptive ability

Западная Сибирь – крупнейший регион производства яровой пшеницы в стране. Разнообразие его природно-климатических зон позволяет возделывать сорта различных групп спелости [1]. В повышении урожайности зерновых культур и, в частности яровой пшеницы, ведущая роль отводится сорту [2]. На формирование уровня урожайности в процессе роста и развития растений существенно влияет генотип-средовое взаимодействие [3], которое обуславливает смену рангов продуктивности в наборе сортов при их испытании в разные годы в одной географической точке или в один год в разных точках [4]. В основе биологического механизма эффектов взаимодействия генотип-среда лежит смена спектра продуктов генов в клетках и тканях сортов и детерминирующих признаков при смене лим-фактора среды [5].

Важная задача селекции – не только повышение продуктивности растений, но и сочетание ее с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам [6,7]. Критерием адаптационной способности растений служит их устойчивость к неблагоприятным условиям среды [8]. Достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях возделывания и ее стабильность в стрессовых условиях обеспечивают экологически пластичные сорта [9,10]. С экологической адаптивностью связано проявление гомеостаза. Показателем гомеостатичности селекционных сортов может служить низкая вариабельность признаков продуктивности [11].

Число сортов, допущенных к использованию, ежегодно возрастает. В 2017 г. в Тюменской области допущено к использованию 8 среднеспелых и 2 среднепоздних сорта яровой пшеницы, большинство из которых районировано во всех природно-климатических зонах. Потенциал их урожайности достаточно высокий, но

его реализация в годы с жестким характером погодных условий резко снижается из-за недостаточной адаптивности. Это указывает на необходимость комплексного подхода в отборе и оценке сортов, как в селекционном процессе, так и в сортоиспытании, что и предопределило актуальность наших исследований.

Цель настоящей работы заключалась в оценке генотип-средового взаимодействия, урожайности и адаптивности сортов яровой пшеницы, а также в выделении лучших из них в условиях региона на основе комплексной оценки.

Методика. Объектом исследования служили допущенные к использованию и перспективные среднеспелые и среднепоздние сорта яровой пшеницы, которые испытывали в 2014–2016 гг. в трех природно-климатических зонах Тюменской области – подтайге (II зона, Нижне-Тавдинский госсортоучасток – ГСУ), северной лесостепи (III зона, Ишимский ГСУ) и южной лесостепи (IV зона, Бердюжский ГСУ). Предшественником в годы испытания был чистый пар. Норма высева – 6,5 и 6,0 млн всхожих семян на 1 га соответственно во II и III, IV природно-климатических зонах. Срок посева – третья декада мая. Учетная площадь делянки составляла 25 м², повторность – 4-кратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное.

Индекс условий среды (I_s) и экологическую пластичность сортов (коэффициент регрессии, b_i) определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [12]. Среднюю урожайность сортов (\bar{x}), ее изменчивость (коэффициент вариации, CV, %), а также взаимодействие генотип – среда (коэффициент корреляции (r) и его ошибка (Sr) > определяли по Б.А. Доспехову [13]. Стрессоустойчивость сортов ($Y_1 - Y_2$) и их среднюю урожайность в контрастных условиях ($(Y_1 + Y_2)/2$) рас-

Табл. 1. Индексы условий среды, урожайность и ранги сортов яровой пшеницы (в годы испытания в пределах одного и того же пункта (ГСУ) / в пунктах (ГСУ) испытания в пределах одного и того же года)

Сорт	II зона, подтайга						III зона, северная лесостепь						IV зона, южная лесостепь					
	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.		2014 г.		2015 г.		2016 г.	
	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг	т/га	ранг
Среднеспелые сорта																		
Лютеценс 70	4,67	1/2	2,55	3/2	3,50	2/2	5,27	1/1	2,85	3/1	4,04	2/1	3,08	1/3	2,37	3/3	2,62	2/3
Черныя 13	4,18	1/2	2,71	3/3	3,58	2/2	5,44	1/1	3,46	3/1	4,08	2/1	3,60	1/3	2,88	2/2	2,57	3/3
Икар	4,44	1/2	2,73	3/3	3,53	2/2	5,02	1/1	3,43	3/1	3,95	2/1	2,94	1/3	2,90	2/2	2,70	3/3
Скэнт 3	4,51	1/2	3,13	3/1	3,35	2/1	4,66	1/1	2,45	3/3	2,73	2/2	3,12	1/3	2,60	2/2	1,85	3/3
Авиада	4,94	1/2	2,67	3/2	3,96	2/2	5,86	1/1	3,20	3/1	4,34	2/1	3,74	1/3	2,67	2/2	2,62	3/3
Омская 36	4,80	1/2	3,14	2/1	3,01	3/2	4,91	1/1	2,99	3/2	4,37	2/1	3,19	1/3	2,55	3/3	2,72	2/3
Тюменская 25	4,53	1/2	3,14	3/2	4,01	2/2	5,55	1/1	3,46	3/1	4,02	2/1	3,37	1/3	2,68	2/3	2,44	3/3
Тюменская 29	4,34	1/2	3,42	3/1	3,88	2/2	5,71	1/1	3,34	3/2	4,14	2/1	3,52	1/3	2,67	2/3	2,54	3/3
Сигма	5,42	1/1	3,51	2/1	3,51	2/2	4,33	2/2	3,48	3/2	4,65	1/1	3,91	1/3	2,32	3/3	2,83	2/3
\bar{x} , т/га	4,65		3,00		3,59		5,19		3,18		4,15		3,38		2,63		2,54	
Индекс условий среды (I_s)	0,90		-0,75		-0,16		1,02		-0,99		-0,02		0,53		-0,22		-0,31	
Среднепоздние сорта																		
Рикс	4,92	1/1	3,26	3/2	3,73	2/1	4,91	1/2	3,27	3/1	3,47	2/2	3,73	1/3	2,38	3/3	2,39	2/3
Мелодия	6,15	1/2	4,20	2/1	3,49	3/2	6,16	1/1	3,78	3/2	4,57	2/1	4,25	1/3	2,91	2/3	2,58	3/3
Ингала	6,00	1/1	4,03	2/1	3,57	3/2	5,86	1/2	3,88	3/2	5,08	2/1	3,73	1/3	3,13	2/3	2,40	3/3
Квинтус	6,98	1/1	5,54	2/1	5,01	3/1	6,03	1/2	3,95	3/2	4,26	2/2	4,10	1/3	2,92	2/3	2,48	3/3
Степная Нива	5,37	1/1	3,58	2/2	2,89	3/2	5,24	1/2	3,64	3/1	3,79	2/1	3,97	1/3	2,94	2/3	2,38	3/3
Ямальская	5,62	1/2	3,41	3/2	4,04	2/2	5,70	1/1	4,03	3/1	5,03	2/1	3,99	1/3	2,88	2/3	2,83	3/3
\bar{x} , т/га	5,84		4,00		3,79		5,65		3,76		4,37		3,96		2,86		2,51	
Индекс условий среды (I_s)	1,30		-0,54		-0,75		1,06		-0,83		-0,22		0,85		-0,25		-0,60	

считывали по уравнениям А.А. Rossielle, J. Hemblin [14] в изложении А.А. Гончаренко [15]. Гомеостатичность (Ном) сортов яровой пшеницы, а также их общую адаптивную способность (ОАС) определяли соответственно по методикам В.В. Хангильдина [11] и А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [16].

Результаты и обсуждение. Условия среды в годы испытания сортов яровой пшеницы были контрастными. Независимо от природно-климатической зоны и группы спелости сортов, исходя из величины индекса (I_1), они оказались благоприятными в 2014 г., а неблагоприятными – в 2015 и 2016 гг. (табл. 1). Наиболее благоприятные условия для роста и развития среднеспелых сортов сложились в 2014 г. в зоне северной лесостепи ($I_1=1,02$), для среднепоздних – в зоне подтайги ($I_1=1,30$). Независимо от группы спелости сортов худшие условия отмечены в 2015 г. в зоне северной лесостепи.

Непостоянство условий среды сказалось на значительной вариабельности урожайности как отдельного сорта, так и в среднем по сортам. Так, в зоне северной лесостепи у среднеспелых сортов среднесортная урожайность варьировала от 3,18 т/га в 2015 г. при индексе условий -0,99 до 5,19 т/га в 2014 г. при индексе условий 1,02. Ее снижение в этой зоне в 2015 г. по сравнению с 2014 г. составило 2,01 т/га.

Табл. 2. Взаимодействие генотип – среда по урожайности у сортов яровой пшеницы (n=15)

Год	Взаимодействие генотип – условия природно-климатической зоны в пределах года испытания	Коэффициент корреляции и его ошибка	Природно-климатическая зона	Взаимодействие генотип – условия года в пределах природно-климатической зоны	Коэффициент корреляции и его ошибка
2014	II, подтайга x III, северная лесостепь	0,63±0,22*	II, подтайга	2014 x 2015	0,87±0,14*
	II, подтайга x IV, южная лесостепь	0,78±0,17*		2014 x 2016	0,56±0,23*
	III, северная лесостепь x IV, южная лесостепь	0,43±0,25	2015 x 2016	0,52±0,24*	
2015	II, подтайга x III, северная лесостепь	0,60±0,22*	III, северная лесостепь	2014 x 2015	0,58±0,22*
	II, подтайга x IV, южная лесостепь	0,42±0,25		2014 x 2016	0,39±0,26
	III, северная лесостепь x IV, южная лесостепь	0,65±0,21*		2015 x 2016	0,57±0,23*
2016	II, подтайга x III, северная лесостепь	0,16±0,27	IV, южная лесостепь	2014 x 2015	0,41±0,25
	II, подтайга x IV, южная лесостепь	0,09±0,28		2014 x 2016	0,18±0,27
	III, северная лесостепь x IV, южная лесостепь	0,50±0,24		2015 x 2016	-0,07±0,28

* Достоверно при t_{05} .

Мы выявили четкую смену рангов сортов по величине урожайности по годам испытания в пределах пункта (ГСУ) и по пунктам (ГСУ) в пределах года испытания, что указывает на наличие генотип-средового взаимодействия и согласуется с данными исследований других авторов [4,5]. Оценка взаимодействия генотип – среда методом корреляционного анализа по первой схеме (генотип – условия различных лет в пределах природно-климатической зоны) и по второй (генотип – условия различных природно-климатических зон в пределах года) показала различную его величину. В целом взаимодействие было наибольшим при учете условий года в пределах природно-климатической зоны (табл.2).

Наибольшее взаимодействие генотип – среда в пределах года отмечено в 2016 г. при расчете корреляционной зависимости между урожайностью сортов в условиях подтайги и южной лесостепи ($r = 0,09±0,28$), а наименьшее в пределах года – в 2014 г. между урожайностью в условиях подтайги и южной лесостепи ($r = 0,78±0,17$). В природно-климатической зоне наибольшее генотип-средовое взаимодействие оказалось в зоне южной лесостепи при расчете корреляции между урожайностью сортов в 2015 и 2016 гг. ($r = -0,07±0,28$). Наименьшим оно было в годы испытания сортов в зоне подтайги при расчете корреляционной зависимости между урожайностью в 2014 и 2015 гг. ($r = 0,87±0,14$).

Оценка сортов яровой пшеницы в целом по региону Северного Зауралья, то есть в условиях 9 сред (3 года x 3 ГСУ), показала, что самая низкая (min) урожайность – у среднеспелого сорта Скэнт 3 (1,85 т/га) и среднепоздних сортов Рикс и Степная Нива – соответственно по 2,38 т/га (табл. 3).

Наибольшей максимальной (max) и средней урожайностью у среднеспелых характеризовались допущенный к использованию сорт Авида (соответственно 5,86 и 3,78 т/га), у среднепоздних – перспективный сорт Квинтус (6,98 и 4,58 т/га). Мы выявили повышение урожайности во временной динамике допуска сортов к использованию, что подтверждает результаты исследований других авторов [2,17]. Изменчивость урожайности оказалась значительной независимо от группы спелости сортов. У среднеспелых она характеризовалась величиной от 23,0 (Икар) до 29,9% (Авида), у среднепоздних – от 25,6 (Рикс) до 31,6 % (Квинтус).

Стрессоустойчивость – важнейший показатель сортов в регионах со значительной вариабельностью погодных условий во времени и пространстве, влияющий на стабильность урожайности и в целом зернового производства. При равной урожайности преимущество будет иметь сорт с максимальной экологической приспособленностью [18].

У изучаемых сортов, особенно у среднепоздних, стрессоустойчивость была невысокой (табл. 3). Лучшие показатели среди среднеспелых отмечены у сорта Икар (-2,32), в группе среднепоздних – у Рикс (-2,54). С ростом потенциала урожайности сортов величина этого показателя снижалась, что согласуется с выводами некоторых ученых об уменьшении адаптивности создаваемых в последние годы сортов по мере повышения их интенсивности [15,18].

Ценная характеристика сортов – уровень их урожайности в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях [15]. По данным наших исследований, самая высокая средняя урожайность в таких условиях отмечена у среднепоздних сортов. Наибольшей ее величиной в группе среднеспелых характеризовался до-

Табл.3. Урожайность и параметры адаптивности сортов яровой пшеницы, 2014-2016 гг. (3 года x 3 ГСУ=9 сред)

Сорт	Год допуска к использованию	Урожайность, т/га		Средняя		v, %	Y ₁ -Y ₂	Y1+Y ₂ /2	b _i	Hom	OAC
		min(Y ₁)	max(Y ₂)	т/га	%						
Среднеспелые сорта (% к сорту Лютесценс 70)											
Лютесценс 70	1993	2,37	5,27	3,44	100,0	29,6	-2,90	3,82	1,11	4,00	-0,15
Черныява 13	2000	2,57	5,44	3,61	104,9	24,6	-2,87	4,00	0,94	5,10	0,02
Икар	2001	2,70	5,02	3,52	102,3	23,0	-2,32	3,86	0,86	6,59	-0,07
Скэнт 3	2003	1,85	4,66	3,27	95,0	28,4	-2,81	3,26	0,97	4,09	-0,32
Авиада	2004	2,62	5,86	3,78	109,9	29,9	-3,24	4,24	1,22	3,90	0,19
Омская 36	2008	2,55	4,91	3,52	102,3	25,8	-2,36	3,73	0,96	5,77	-0,07
Тюменская 25	2012	2,44	5,55	3,69	107,3	26,0	-3,11	4,00	1,04	4,56	0,10
Тюменская 29	2013	2,54	5,71	3,73	108,4	25,7	-3,17	4,12	1,02	4,57	0,14
Сигма	-	2,32	5,42	3,77	109,6	24,9	-3,10	3,87	0,88	4,88	0,18
Среднепоздние сорта (% к сорту Рикс)											
Рикс	2011	2,38	4,92	3,56	100,0	25,6	-2,54	3,65	0,80	5,48	-0,52
Мелодия	2015	2,58	6,16	4,23	118,8	29,8	-3,58	4,37	1,14	3,97	0,15
Ингала	-	2,40	6,00	4,19	117,7	29,1	-3,60	4,20	1,08	4,00	0,11
Квинтус	-	2,48	6,98	4,58	128,6	31,6	-4,50	4,73	1,21	3,21	0,50
Степная Нива	-	2,38	5,37	3,76	105,6	26,9	-2,99	3,88	0,88	4,68	-0,32
Ямальская	-	2,83	5,70	4,17	117,1	25,9	-2,87	4,26	0,93	5,61	0,09

пущенный к использованию сорт Авиада (4,24 т/га), у среднепоздних – перспективный сорт Квинтус (4,73 т/га). Необходимо отметить, что у выделившихся сортов данный уровень урожайности формировался в первую очередь за счет ее максимальной величины в благоприятных условиях, но вместе с тем значительный разрыв между урожайностью в неблагоприятных и благоприятных условиях (Y₁-Y₂), отражающий сильную реакцию генотипов на смену лим-факторов, обусловил низкую стрессоустойчивость этих сортов.

Оценка пластичности генотипов, согласно модели Eberhart, Russell [12], основана на расчете коэффициента линейной регрессии, характеризующего отзывчивость сортов на изменение условий. Независимо от группы спелости мы выделили три группы сортов по степени отзывчивости на изменение условий: сильно отзывчивые ($b_i > 1$), пластичные (b_i близко к равно единице) и слабо отзывчивые ($b_i < 1$) (табл. 3). Сильная отзывчивость на изменение условий отмечена у среднеспелых сортов Лютесценс 70 ($b_i=1,11$), Авиада ($b_i=1,22$) и среднепоздних Мелодия ($b_i=1,14$) и Квинтус ($b_i=1,21$). Они характеризуются высоким потенциалом урожайности, относятся к интенсивным сортам, но мало приспособлены к неблагоприятным условиям из-за сильной вариабельности урожайности и низкой стрессоустойчивости. Их адаптация специфична. Максимум отдачи в производственных условиях эти сорта дают при возделывании в зонах с благоприятным комплексом агрометеорологических условий, а также при высоком уровне культуры земледелия.

Большинство среднеспелых сортов (Черныява 13,

Скэнт 3, Омская 36, Тюменская 25, Тюменская 29) и среднепоздние Ингала, Ямальская отнесены к группе пластичных с коэффициентом регрессии, близким или равным единице. Изменение урожайности у них полностью соответствует изменению условий выращивания. Такие сорта в производстве более эффективны при выращивании на средних агрофонах, а также в годы со средними по выраженности показателями погодных условий. Слабая отзывчивость на изменение условий выявлена у среднеспелых сортов Икар ($b_i=0,86$), Сигма ($b_i=0,88$) и среднепоздних Рикс ($b_i=0,80$), Степная Нива ($b_i=0,88$). Они характеризуются меньшим потенциалом урожайности, низкой ее вариабельностью, но наряду с этим данные сорта лучше адаптированы к средним и худшим средам, что необходимо учитывать при их производственном использовании.

Помимо продуктивности, важное значение, особенно в Западной Сибири, имеет показатель стабильности урожая в разных условиях, связанный с широкой гомеостатичностью генотипов [11,19]. У изученных сортов он сравнительно низкий независимо от группы спелости (табл. 3). Самая высокая гомеостатичность отмечена у среднеспелого сорта Икар (Hom=6,59) и среднепозднего Рикс (Hom=5,48), что обуславливает сравнительно низкую вариабельность их урожайности и повышенную стрессоустойчивость по сравнению с другими сортами. Самой низкой гомеостатичностью характеризовались сорта Авиада (Hom=3,90) и Квинтус (Hom=3,21) с наибольшим потенциалом и средней урожайностью, но вместе с тем высокой ее вариабельностью и низкой стрессоустойчивостью. Это свиде-

тельствует о снижении адаптивности по мере повышения продуктивности у вновь создаваемых сортов, а также о трудности сочетать в одном генотипе высокую продуктивность и экологическую устойчивость, на что указывает ряд исследователей [7,18].

Одно из приоритетных направлений селекции – создание адаптивных сортов, обеспечивающих высокую и стабильную урожайность в различных условиях произрастания [16,18,20]. Оценка сортов яровой пшеницы по общей адаптивной способности (ОАС) выявила в целом низкое значение данного показателя (табл. 3). Наибольшая общая адаптивная способность отмечена у допущенного к использованию среднеспелого сорта Авида (ОАС=0,19), а также перспективного среднепозднего сорта Квинтус (ОАС=0,50). Необходимо отметить, что сорта с высокой ОАС представляют ценность только в сочетании с низкой изменчивостью урожайности, то есть такие сорта должны формировать высокую и стабильную урожайность как по годам, так и пунктам. Как видно из представленных данных, эти сорта не соответствуют такому критерию. Наиболее низкими значениями ОАС характеризовались допущенные к использованию среднеспелый Скэнт 3 (ОАС=-0,32) и среднепоздний Рикс (ОАС=-0,52). На основе комплексной оценки по урожайности и параметрам адаптивности лучшими среднеспелыми сортами в условиях региона признаны Тюменская 25 и Тюменская 29, а среднепоздними – Мелодия и Ингала.

Таким образом, оценка сортов яровой пшеницы двух групп спелости по урожайности и адаптивности в различных природно-климатических зонах Северного Зауралья выявила значительную вариабельность условий среды в пунктах испытания и генотип-средовое взаимодействие. Изученные сорта характеризовались высоким потенциалом урожайности, но также значительной ее изменчивостью и низкой стрессоустойчивостью. Большинство сортов по отзывчивости на изменение условий относится к пластичным, их гомеостатичность и общая адаптивная способность сравнительно низкие, что не позволяет им в максимальной степени реализовать генетический потенциал, особенно в годы с неблагоприятным комплексом погодных условий.

Основная причина сравнительно низкого уровня адаптивного потенциала (сочетание высокой урожайности с ее экологической устойчивостью) изученных сортов связана в первую очередь с тем, что при их отборе в селекционном процессе, а также в системе госсортоиспытания главным критерием служит уровень продуктивности. Для решения проблемы дальнейшего повышения урожайности и особенно адаптивного потенциала сортов мы предлагаем проводить их комплексную оценку в первую очередь в селекцентрах, на этапе конкурсного испытания по урожайности и основным параметрам адаптивности: изменчивости, отзывчивости на изменение условий и стабильности.

В системе госсортоиспытания в целях повышения репрезентативности оценок сортов, а также достоверности заключений об их допуске к использованию и районированию необходимо увеличить число сортоучастков, особенно в зонах с жестким и непредсказуемым характером погодных условий, а также проводить испытание сортов в течение не менее трех лет по различным фонам (пар, стерня). Наряду с этим следует оценивать сорта хотя бы по трем основным параметрам: урожайность, отзывчивость на изменение условий и стабильность. Такая комплексная оценка сортов в системе селекция – сортоиспытание позволит повысить ее достоверность и главное – выделить со-

рта в пределах каждой природно-климатической зоны с высокими значениями параметров урожайности и адаптивности, что будет способствовать росту и стабильности зернового производства.

Литература.

1. Аносов С.И., Советов В.В., Лихенко И.Е., Агеева Е.В., Лихенко Н.И., Шрайбер П.П. Создание среднеспелых сортов яровой пшеницы // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2015. – № 4(245). – С. 20–25.
2. Захаров В.Г., Яковлева О.Д. Изменение урожайности и элементов ее структуры у сортов яровой пшеницы разных периодов сортосмены // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 29 (10). – С. 53–57.
3. Bacha T., Alemerew S., Tadesse Z. Genotype x environment interaction and yield stability of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotype in Ethiopia using the ammi analysis // Journal of biology, agriculture and healthcare. – 2015. – № 5 (11). – P.129–139.
4. Комаров Н.М. Некоторые аспекты проблемы взаимодействия «генотип-среда» // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 7. – С. 39–41.
5. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Моринец А.С., Савин И.Ю. Управление взаимодействием «генотип-среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского ГАУ. – 2016. – № 2(59). – С. 105–121.
6. Ayalneh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia // Plant Breeding and Seed Science. – 2013. – № 67(1). – P. 3–11.
7. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2(44). – С. 31–36.
8. Суринов Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е., Нешумаева Н.В., Плеханова Л.В., Чуслин А.А., Онуфриенко Т.В., Герасимов С.А., Липшин А.Г. Источники ценных признаков в селекции ячменя на адаптивность // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 30 (6). – С. 36–40.
9. Hassan M.S., Mohamed G.I.A., El-Said R.A.R. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments // Asian Journal of Crop science. – 2013. – № 5. – P. 179–189.
10. Санага В.А. Урожайность, реализация ее потенциала и адаптивность сортов яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 31(10). – С. 49–52.
11. Ханзильдин В.В. Параметры гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекц.-генет. ин-та. – 1986. – Вып. 2. – С. 36–41.
12. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. – 1966. – V. 6. – №1. – P. 36–40.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
14. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop. Sci. – 1981. – V. 21. – № 6. – P. 27–29.

15. Гончаренко А.А. Об адаптивной способности и экологической устойчивости сортов зерновых культур// Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
16. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Определение адаптивной способности генотипов и дифференцирующей способности среды// Доклады АН БССР. – 1985. – Т. XXIX. – №4. – С. 374–376.
17. Коробейников Н.И., Валекжанин В.С., Пешкова Н.В. Принципы и основные результаты селекции яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае (2007-2014 гг.)// Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 29(6). – С. 21–26.
18. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.
19. Сапега В.А. Урожайность, гомеостатичность и качество зерна сортов яровой пшеницы// Агро XXI. – 2014. – № 10–12(101). – С. 3–5.
20. Mohamed N.E. Genotype by environment interaction for grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.)// Journal of Plant Breeding and Crop Science. – 2013. – № 7(5). – P.15–160.

Поступила в редакцию 16.10.18
Принята к печати 10.01.19