

УДК 631.95.581.5:633.112 (571.12)

УРОЖАЙНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ СРЕДНЕРАННИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ

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

²Т.Ш. Турсумбекова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹Тюменский индустриальный университет

²Государственный аграрный университет

Северного Зауралья

E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, урожайность, размах урожайности, экологическая пластичность, экологическая устойчивость, общая адаптивная способность

Реферат. Проведена оценка среднеранних сортов яровой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Северного Зауралья. Объект исследования – шесть среднеранних сортов яровой пшеницы. Сорта испытывались в 2014–2016 гг. в трех природно-климатических зонах: подтайге, северной и южной лесостепи. Индекс условий среды и экологическую пластичность сортов определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell, размах урожайности и реализацию ее потенциала – по методике В.А. Зыкина с соав. и Э.Д. Неттевича, экологическую устойчивость сортов – по методике D. Lewis, общую адаптивную способность сортов – по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой. В благоприятных условиях 2014 г. наибольшим потенциалом урожайности характеризовались сорта Новосибирская 31 (114,5% – подтайга), Екатерина (111,4% – северная лесостепь) и Исеть 45 (121,4% – южная лесостепь). В неблагоприятных условиях 2015 г. в подтайге наибольшая адаптивность выявлена у сорта Екатерина (124,2%), а в неблагоприятных условиях 2016 г. в северной и южной лесостепи – соответственно у сортов Исеть 45 (117,0%) и Екатерина (107,0%). Наибольшая средняя урожайность за 2014–2016 гг. в зоне подтайги отмечена у сорта Екатерина (4,57 т/га), а в северной и южной лесостепи – у сорта Исеть 45 (соответственно 5,22 и 3,54 т/га). По величине реализации потенциала урожайности лучшим сортом в зоне подтайги был Новосибирская 15 (86,2%), в северной лесостепи – Исеть 45 (92,7%), а в южной лесостепи – Новосибирская 29 (88,4%). Наибольшим уровнем минимальной, максимальной и средней урожайности в девяти средах (3 года × 3 ГСУ = 9 сред) характеризовался сорт Екатерина. Наибольший размах урожайности в условиях девяти сред отмечен у сорта Новосибирская 31 (62,3%), а наименьший – у сорта Новосибирская 15 (45,2%). По величине коэффициента регрессии выделены три группы сортов: слабо отзывчивые на изменение условий ($b_i < 1$) – Новосибирская 15 ($b_i = 0,73$) и Новосибирская 29 ($b_i = 0,83$); пластичные ($b_i = 1$) – Ирень ($b_i = 1,07$) и Исеть 45 ($b_i = 1,06$); сильно отзывчивые на изменение условий ($b_i > 1$) – Новосибирская 31 ($b_i = 1,26$) и Екатерина ($b_i = 1,11$). Все среднеранние сорта яровой пшеницы характеризовались низкой экологической устойчивостью, показатель которой варьировал от 1,83 (Новосибирская 15) до 2,65 (Новосибирская 31). Наибольший показатель общей адаптивной способности отмечен у сортов Екатерина (ОАС = 0,46) и Исеть 45 (ОАС = 0,34), а самый низкий – у сорта Новосибирская 15 (ОАС = –0,64). По результатам изучения в девяти средах лучшим на основе комплексной оценки по урожайности и параметрам адаптивности признан сорт Екатерина.

CROP YIELD, ENVIRONMENTAL PLASTICITY AND ADAPTIVITY OF MIDDLE RIPENING VARIETIES OF SPRING WHEAT IN NORTHERN TRANS-URAL ZONE

¹Sapega V.A., Dr. of Agricultural Sc., Professor

²Tursumbekova G.Sh., Dr. of Agricultural Sc., Professor

¹Tyumen Industrial University

²State Agrarian University of Northern Ural

Key words: spring wheat, variety, crop yield, crop yield scale, environmental plasticity, environmental resistance, general adaptive ability.

Abstract. The article estimates middle-early varieties of spring wheat on the crop yield and parameters of adaptivity in the conditions of Northern Ural zone. The paper explores 6 middle-early varieties of spring wheat. The varieties were tested in 3 climate zones as subtaiga, northern and southern forest-steppe in 2014-2016. The researchers used methodics of S.A. Eberhart and W.A. Russell in order to define environmental index and environmental plasticity; methods of Zykin and Nettevich were used for defining crop yield scale; methodology of D. Lewis – for environmental resistance of varieties; methodology of A. Kilchevsky and L. Khotyleva – for general adaptive ability of varieties. The highest crop yield was observed in variety Novosibirskaya 31 (114.5% - subtaiga), Ekaterina (111.4 % - northern forest steppe) and Iset 45 (121.4% - southern forest-steppe) in favourable conditions in 2014. The highest adaptivity in unfavourable conditions was observed in Ekaterina (124.2 % - subtaiga), Iset 45 (117.0% - northern and southern forest-steppe) and Ekaterina (northern and southern forest-steppe) in 2016. The researchers observed the highest crop yield in subtaiga in Ekaterina variety (4.57 t/ha) in 2014-2016; northern and southern forest-steppe – Iset 45 (5.22 and 3.54 t/ha). The most efficient variety in subtaiga was Novosibirskaya 15 (86.2%), in northern forest-steppe – Iset 45 (92.7 %), in southern forest-steppe – Novosibirskaya 29 (88.4 %). The highest crop yield scale in the conditions of 9 zones was observed in Novosibirskaya 31 (62.3%), the least one – Novosibirskaya 15 (45.2 %). According to the regression coefficient, the research shifts 3 groups of varieties as high resistant to climate conditions ($bi < 1$) – Novosibirskaya 15 ($bi = 0,73$) and Novosibirskaya 29 ($bi = 0,83$); adaptive to climate conditions ($bi = 1$) – Iren ($bi = 1,07$) and Iset 45 ($bi = 1,06$); low resistant to climate conditions ($bi > 1$) – Novosibirskaya 31 ($bi = 1,26$) and Ekaterina ($bi = 1,11$). The research characterizes middle-early varieties of spring wheat as low environmentally resistant with variations from 1.83 (Novosibirskaya 15) to 2.65 (Novosibirskaya 31). The highest index of adaptive ability was observed in Ekaterina (0.46) and Iset 45 (0.34); the least index was observed in Novosibirskaya 15 (-0.64). The authors outline Ekaterina variety as the best variety on crop yield and adaptivity in 9 zones of research.

Яровая пшеница является основной зерновой культурой Западной Сибири. В повышении урожайности важная роль отводится внедрению в производство генетически разнообразных сортов с учетом их агроэкологической специализации [1–3]. По данным ряда исследований, на долю сорта приходится 25–40% общего роста урожайности важнейших сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой пшеницы [4–6].

Современные сорта в условиях производства в благоприятные годы формируют урожайность на уровне 3–4 т/га. Вместе с тем реальная средняя урожайность в областях Западной Сибири находится в пределах 1,2–1,4 т/га, что указывает на сравнительно низкую реализацию потенциала урожайности сортов как следствие, в первую очередь, недостаточной их экологической устойчивости [7, 8].

В связи с тем, что проблема управления факторами природной среды на сегодня остается нерешенной, важнейшее свойство, которое должно быть придано сортам настоящего и будущего, – адаптивность. Адаптивный сорт – это экологически пластичный сорт, приспособленный не только

к оптимуму, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды [9, 10].

В условиях Западной Сибири, где проявляется нестабильность погодных условий, важной характеристикой создаваемых и внедряемых в производство сортов зерновых культур и, в частности, яровой пшеницы, наряду с их высокой продуктивностью, является устойчивость к комплексу абиотических и биотических факторов среды [11–15]. Сочетание в сортах высокой продуктивности с экологической устойчивостью в условиях региона – основной путь повышения урожайности и ее стабильности в варьирующих условиях среды.

Цель исследований – комплексная оценка среднеранних сортов яровой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Северного Завуралья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований служили шесть среднеранних сортов яровой пшеницы, из которых

пять допущены к использованию и один – перспективный.

Сорта испытывались в 2014–2016 гг. по паровому предшественнику в трех природно-климатических зонах – подтайге (II зона, Нижне-Тавдинский ГСУ), северной лесостепи (III зона, Ишимский ГСУ) и южной лесостепи (IV зона, Бердюжский ГСУ) [16].

Учетная площадь деланки – 25 м². Повторность четырехкратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное. Норма высева – 6,5 (II зона) и 6,0 млн всхожих семян на 1 га (III, IV зона).

Индекс условий среды и экологическую пластичность сортов яровой пшеницы определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [17]. Размах урожайности и реализацию ее потенциала определяли соответственно по методике В.А. Зыкина и др. [18], Э.Д. Неттевича [19], а экологическую устойчивость сортов – по методике D. Lewis [20] в изложении А.А. Гончаренко [21]. Общую адаптивную способность сортов определяли по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия среды в годы испытания среднеранних сортов яровой пшеницы носили контрастный

характер в зависимости от природно-климатической зоны. Наибольшая их вариабельность выявлена в зоне подтайги, где индекс условий среды (I_j) варьировал от 0,91 (2014 г.) до –0,79 (2015 г.) (табл. 1).

Наиболее благоприятные условия для роста и развития сортов независимо от природно-климатической зоны сложились в 2014 г. (от $I_j=0,59$ в северной лесостепи до $I_j=0,91$ в подтайге). Такие условия способствовали формированию высокой среднесортowej урожайности – от 3,78 (южная лесостепь) до 5,27 т/га (северная лесостепь).

Наиболее жесткими условиями в период вегетации сортов яровой пшеницы в зоне подтайги характеризовался 2015 г. ($I_j=-0,79$), а в зоне северной и южной лесостепи – 2016 г. (соответственно $I_j=-0,62$ и $I_j=-0,58$).

Для оценки продуктивного и адаптивного потенциала сортов Л.А. Животков и др. [23] использовали показатель «среднесортowej урожайность», который выступает в качестве критерия общей видовой адаптивной реакции культуры, в частности яровой пшеницы, на конкретные условия вегетации, реализованной в величине средней для сравниваемых сортов урожайности.

Таблица 1

Индексы условий среды в годы испытания среднеранних сортов яровой пшеницы и потенциал их урожайности и адаптивности в различных природно-климатических зонах
Environmental indexes in the years of tests on spring wheat, crop yield capacities and crop yield potential and adaptivity in different climate zones

Сорт	Год допуска к использованию	Урожайность, т/га			Доля относительно среднесортowej урожайности, %		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>II зона, подтайга (Нижне-Тавдинский ГСУ)</i>							
Новосибирская 15	2003	3,56	2,34	3,32	74,8	76,5	88,8
Новосибирская 29	2005	4,11	2,44	2,86	86,3	79,7	76,5
Ирень	2006	5,00	3,01	4,13	105,0	98,4	110,4
Новосибирская 31	2012	5,60	3,67	4,26	117,6	119,9	113,9
Екатерина	2015	5,45	3,80	4,46	114,5	124,2	119,2
Исеть 45	-	4,86	3,10	3,44	102,1	101,3	92,0
Среднесортowej урожайность, т/га		4,76	3,06	3,74	100,0	100,0	100,0
Индекс условий среды (I_j)		0,91	-0,79	-0,11			
<i>III зона, северная лесостепь (Ишимский ГСУ)</i>							
Новосибирская 15	2003	4,20	3,97	3,48	79,7	84,3	85,7
Новосибирская 29	2005	4,78	4,04	3,73	90,7	85,8	91,9
Ирень	2006	5,40	4,65	3,98	102,5	98,7	98,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Новосибирская 31	2012	5,75	5,08	4,28	109,1	107,8	105,4
Екатерина	2015	5,87	5,25	4,13	111,4	111,5	101,7
Исеть 45	-	5,63	5,28	4,75	106,8	112,1	117,0
Среднесортная урожайность, т/га		5,27	4,71	4,06	100,0	100,0	100,0
Индекс условий среды (I _с)		0,59	0,03	-0,62			
<i>IV зона, южная лесостепь (Бердюжский ГСУ)</i>							
Новосибирская 15	2003	3,39	2,30	2,33	89,7	80,7	95,5
Новосибирская 29	2005	3,18	2,72	2,52	84,1	95,4	103,3
Ирень	2006	3,61	2,87	2,38	95,5	100,7	97,5
Новосибирская 31	2012	3,81	2,72	2,17	100,8	95,4	88,9
Екатерина	2015	4,07	3,08	2,66	107,7	108,1	109,0
Исеть 45	-	4,59	3,43	2,61	121,4	120,4	107,0
Среднесортная урожайность, т/га		3,78	2,85	2,44	100,0	100,0	100,0
Индекс условий среды (I _с)		0,76	-0,17	-0,58			

Сравнение урожайности сортов со среднесортной в благоприятные годы позволяет судить об их потенциальной продуктивности, а в неблагоприятных, наоборот, – выявить адаптивный потенциал изучаемых сортов [24, 25].

Проведенные исследования показали, что в благоприятных условиях 2014 г. лучшим по потенциалу продуктивности (урожайность сорта относительно среднесортной урожайности) в зоне подтайги был сорт Новосибирская 31 (114,5%), в северной лесостепи – Екатерина (111,4%), а в южной лесостепи – перспективный сорт Исеть 45 (121,4%) (табл. 1).

В наиболее неблагоприятных условиях 2015 г. в зоне подтайги лучшим по адаптивности (урожайность сорта относительно среднесортной урожайности) был сорт Екатерина (124,2%). В зоне северной и южной лесостепи в неблагоприятных условиях 2016 г. наибольшей адаптивностью характеризовались соответственно сорта Исеть 45 (117,0%) и Екатерина (107,0%). Как видно из представленных данных, в пределах отдельной природно-климатической зоны в варьирующих условиях среды не удалось выделить

сорт, одновременно сочетающих высокий потенциал продуктивности с адаптивностью. Это диктует необходимость дифференцированного подхода при формировании сортовой структуры посевов, а именно: иметь в районировании сорта различного уровня интенсивности и экологической устойчивости, что обеспечит во временной динамике как высокий уровень урожайности, так и ее стабильность.

Наименьшей минимальной, а также средней урожайностью за 2014–2016 гг. в зоне подтайги и северной лесостепи характеризовался сорт Новосибирская 15, в южной лесостепи наименьшая минимальная урожайность отмечена у сорта Новосибирская 31, а наименьшая средняя – также у сорта Новосибирская 15 (табл. 2).

Потенциал урожайности сортов, исходя из ее максимальной величины, достаточно высокий, особенно в условиях северной лесостепи. Наибольший уровень максимальной урожайности в зоне подтайги выявлен у сорта Новосибирская 31 (5,60 т/га), в северной лесостепи – Екатерина (5,87 т/га), а в южной лесостепи – у перспективного сорта Исеть 45 (4,59 т/га).

Таблица 2

Урожайность и реализация ее потенциала среднеранних сортов яровой пшеницы (2014–2016 гг.)
Crop yield and potential of middle-early varieties of spring wheat in 2014-2016

Сорт	Год допуска к использованию	Урожайность, т/га			Размах урожайности (d)		Реализация потенциала урожайности, %
		min	max	$\bar{x}$	т/га	%	
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>II зона, подтайга (Нижне-Тавдинский ГСУ)</i>							
Новосибирская 15	2003	2,34	3,56	3,07	1,22	34,3	86,2
Новосибирская 29	2005	2,44	4,11	3,14	1,67	40,6	76,4
Ирень	2006	3,01	5,00	4,05	1,99	39,8	81,0
Новосибирская 31	2012	3,67	5,60	4,51	1,93	34,5	80,5

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Екатерина	2015	3,80	5,45	4,57	1,65	30,3	83,8
Исеть 45	-	3,10	4,86	3,80	1,76	36,2	78,2
Средняя урожайность в опыте, т/га				3,85			
<i>III зона, северная лесостепь (Ишимский ГСУ)</i>							
Новосибирская 15	2003	3,48	4,20	3,88	0,72	17,1	92,4
Новосибирская 29	2005	3,73	4,78	4,18	1,05	22,0	87,4
Ирень	2006	3,98	5,40	4,68	1,42	26,3	86,7
Новосибирская 31	2012	4,28	5,75	5,04	1,47	25,6	87,6
Екатерина	2015	4,13	5,87	5,08	1,74	29,6	86,5
Исеть 45	-	4,75	5,63	5,22	0,88	15,6	92,7
Средняя урожайность в опыте, т/га				4,68			
<i>IV зона, южная лесостепь (Бердюжский ГСУ)</i>							
Новосибирская 15	2003	2,30	3,39	2,67	1,09	32,2	78,8
Новосибирская 29	2005	2,52	3,18	2,81	0,66	20,8	88,4
Ирень	2006	2,38	3,61	2,95	1,23	34,1	81,7
Новосибирская 31	2012	2,17	3,81	2,90	1,64	43,0	76,1
Екатерина	2015	2,66	4,07	3,27	1,41	34,6	80,3
Исеть 45	-	2,61	4,59	3,54	1,98	43,1	77,1
Средняя урожайность в опыте, т/га				3,02			

По величине средней урожайности за 2014–2016 гг. независимо от природно-климатической зоны лучшим среди допущенных к использованию был сорт Екатерина (от 4,57 т/га в подтайге до 5,08 в северной лесостепи). В целом же по изученным сортам наибольшей средней урожайностью в зоне подтайги характеризовался сорт Екатерина (4,57 т/га), а в зоне северной и южной лесостепи – перспективный сорт Исеть 45 (соответственно 5,22 и 3,54 т/га).

Нами отмечено повышение минимальной, максимальной и средней урожайности среднеранних сортов яровой пшеницы во временной динамике допуска их к использованию, что указывает на высокую эффективность работы селекционных учреждений региона в направлении создания высокопродуктивных сортов данной культуры. Так, в северной лесостепной зоне средняя урожайность сорта Екатерина (допущен к использованию в 2015 г.) превышала таковую сорта Новосибирская 15 (допущен к использованию в 2003 г.) на 1,20 т/га.

Размах урожайности большинства сортов сильный независимо от природно-климатической зоны, и особенно в условиях подтайги и южной лесостепи. Сравнительно низкой вариабельностью урожайности в зоне подтайги характеризовался сорт Екатерина (30,3%), в северной лесостепи – перспективный сорт Исеть 45 (15,6%), а в южной лесостепи – Новосибирская 29 (20,8%).

Во временной динамике допуска сортов к использованию отмечено повышение вариабельно-

сти урожайности одновременно с повышением ее уровня, что указывает на снижение экологической устойчивости сортов по мере роста потенциала их урожайности и согласуется с высказываниями других исследователей о вышеотмеченной сопряженности [19, 26].

Проведенные исследования показали, что даже по паровому предшественнику в условиях госсортоиспытания, где сравнительно высокий уровень культуры земледелия и соблюдается технология возделывания, реализация потенциала урожайности среднеранних сортов яровой пшеницы недостаточно высокая (см. табл. 2). Наибольшие значения данного параметра при сравнении природно-климатических зон выявлены в условиях северной лесостепи.

Лучшим сортом по величине реализации потенциала урожайности в зоне подтайги был Новосибирская 15 (86,2%), в северной лесостепи – перспективный сорт Исеть 45 (92,7%), а в южной лесостепи – Новосибирская 29 (88,4%).

Нами также проведена оценка урожайности и параметров адаптивности среднеранних сортов яровой пшеницы на основе данных, полученных в девяти средах (3 года × 3 ГСУ = 9 сред).

Наибольшим уровнем минимальной, максимальной и средней урожайности характеризовался сорт Екатерина (соответственно 2,66; 5,87 и 4,31 т/га) (табл. 3). Наименьшая средняя урожайность в условиях девяти сред отмечена у сорта Новосибирская 15 (3,21 т/га).

Таблица 3

Урожайность и параметры экологической пластичности, устойчивости и общей адаптивной способности среднеранних сортов яровой пшеницы (2014–2016 гг.; 3 года x 3 ГСУ = 9 сред)
Crop yield and parameters of environmental plasticity, resistance and general adaptivity of middle-early varieties of spring wheat in 2014–2016

Сорт	Год до- пуска к исполь- зованию	Урожай- ность, т/га		Средняя уро- жайность		Размах уро- жайности (d)		Пластич- ность (коэф- фициент ре- грессии), b_i	Экологи- ческая устойчи- вость (SF)	Общая адаптивная способность (ОАС)
		min	max	т/га	%*	т/га	%			
Новосибирская 15	2003	2,30	4,20	3,21	100,0	1,90	45,2	0,73	1,83	-0,64
Новосибирская 29	2005	2,44	4,78	3,38	105,3	2,34	49,0	0,83	1,96	-0,47
Ирень	2006	2,38	5,40	3,89	121,2	3,02	55,9	1,07	2,27	0,04
Новосибирская 31	2012	2,17	5,75	4,15	129,3	3,58	62,3	1,26	2,65	0,30
Екатерина	2015	2,66	5,87	4,31	134,3	3,21	54,7	1,11	2,21	0,46
Исеть 45	-	2,61	5,63	4,19	130,5	3,02	53,6	1,06	2,16	0,34

* К сорту Новосибирская 15.

Как и раздельно в природно-климатических зонах за 2014–2016 гг. (в трех средах), так и в среднем за 2014–2016 гг. в трех природно-климатических зонах (в девяти средах) выявлено повышение урожайности во временной динамике допуска сортов к использованию. Наибольший рост урожайности в долевым выражении по сравнению с сортом Новосибирская 15 (допущен к использованию в 2003 г.) отмечен у сорта Екатерина – 134,3 %, который допущен к использованию в 2015 г.

Размах урожайности сильный у всех изученных сортов. Наибольшей его величиной характеризовался сорт Новосибирская 31 (3,58 т/га, 62,3%), а наименьшей – Новосибирская 15 (1,90 т/га, 45,2%) (табл. 3). По мере повышения уровня продуктивности сортов во временной динамике допуска их к использованию отмечено, как и в предыдущем анализе в разрезе природно-климатических зон, увеличение вариабельности урожайности как следствие сравнительно низкой адаптивности районированного сортимента в условиях региона.

Согласно методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [17], в качестве параметра оценки пластичности сортов используется показатель коэффициента регрессии (b_i), который характеризует отзывчивость сортов на изменение условий.

По величине коэффициента регрессии нами выделены три группы сортов: слабо отзывчивые на изменение условий ($b_i < 1$), пластичные (b_i близко или равно 1) и сильно отзывчивые на изменение условий ($b_i > 1$).

Слабой отзывчивостью на изменение условий характеризовались сорта Новосибирская 15 ($b_i = 0,73$) и Новосибирская 29 ($b_i = 0,83$) (табл. 3). Вместе с тем данные сорта лучше приспособлены

к неблагоприятным условиям, в связи с чем они дадут максимум отдачи при их размещении в производственных условиях на экстенсивном фоне.

К пластичным отнесены сорта Ирень и Исеть. Величина их коэффициента регрессии равна 1. Изменение урожайности у этих сортов полностью соответствует изменению условий выращивания.

Сильная отзывчивость на изменение условий отмечена у сортов Новосибирская 31 ($b_i = 1,26$) и Екатерина ($b_i = 1,11$). Данные сорта можно отнести к группе интенсивных. Они требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае дадут максимум отдачи. Наряду с этим вышеотмеченные сорта менее приспособлены к неблагоприятным условиям, характеризуются значительной вариабельностью урожайности.

Для оценки экологической устойчивости сортов нами использовался показатель «фактор стабильности» (SF), предложенный D. Lewis [20]. Наибольшую устойчивость признака в разных средах, в частности урожайности, генотип обеспечивает при значениях SF=1. При SF>1 отмечается фенотипическая нестабильность генотипа, которая возрастает при увеличении этого показателя.

Экологическая устойчивость изученных нами среднеранних сортов яровой пшеницы низкая и характеризуется тенденцией к снижению во временной динамике допуска сортов к использованию одновременно с повышением потенциала урожайности сортов и ее вариабельности. Так, если у сорта Новосибирская 15 (допущен к использованию в 2003 г.) при средней урожайности в девяти средах 3,21 т/га, ее размахе 45,2 % показатель экологической устойчивости был равен 1,83, то у сорта Екатерина (допущен к использованию в 2015 г.) при средней урожайности 4,31 т/га, ее

размахе 54,7% показатель экологической устойчивости снизился до значения 2,16 (см. табл. 3).

Ценной характеристикой сортов является уровень их общей адаптивной способности (ОАС), обеспечивающий максимальный средний урожай во всей совокупности сред.

По данным наших исследований, наибольшей величиной ОАС характеризовался допущенный к использованию сорт Екатерина (ОАС = 0,46) и перспективный сорт Исеть 45 (ОАС = 0,34), а наименьшее его значение отмечено у сорта Новосибирская 15 (ОАС = -0,64) (табл. 3). При оценке сортов по данному параметру необходимо обращать внимание на уровень вариабельности их урожайности. Наибольшую практическую ценность будут представлять только те сорта, у которых высокая ОАС сочетается с низкой изменчивостью урожайности в различных средах, что обеспечит одновременно высокую и стабильную урожайность. Таким критериям в наибольшей степени соответствует сорт Екатерина.

Во временной динамике допуска сортов к использованию выявлено повышение их общей адаптивной способности одновременно с ростом потенциала урожайности и ее вариабельности.

По результатам изучения в девяти средах лучшим на основе комплексной оценки по урожайности и параметрам адаптивности признан сорт Екатерина.

ВЫВОДЫ

1. Наибольшая вариабельность условий среды, исходя из величины индекса условий, выявлена в зоне подтайги (от -0,79 – 2015 г. до 0,91 – 2014 г.).

2. На основе сравнения урожайности сортов с показателем «среднесортная урожайность» в годы испытания в каждой природно-климатической зоне в благоприятных условиях среды выделились сорта с высоким уровнем потенциала продуктивности (Новосибирская 31 – подтайга, Екатерина – северная лесостепь, Исеть 45 – южная лесостепь), а в неблагоприятных условиях – сорта с высокой адаптивностью (Екатерина – подтайга, Исеть 45 – северная и южная лесостепь).

3. Независимо от природно-климатической зоны лучшим по средней урожайности за 2014–

2016 гг. в группе допущенных к использованию был сорт Екатерина (от 4,57 т/га в подтайге, до 5,08 в северной лесостепи).

4. Размах урожайности большинства сортов сильный независимо от природно-климатической зоны, особенно в условиях подтайги и южной лесостепи.

5. По величине реализации потенциала урожайности за 2014–2016 гг. лучшим в зоне подтайги был сорт Новосибирская 15 (86,2%), в северной лесостепи – перспективный сорт Исеть 45 (92,7%), а в южной лесостепи – Новосибирская 29 (88,4%).

6. Наибольшим уровнем минимальной, максимальной и средней урожайности в условиях девяти сред (3 года $\times$ 3 ГСУ = 9 сред) характеризовался допущенный к использованию сорт Екатерина (соответственно 2,66; 5,87 и 4,31 т/га). Наибольший размах урожайности в условиях девяти сред отмечен у сорта Новосибирская 31 (62,3%), а наименьший – у сорта Новосибирская 15 (45,2%).

7. По величине коэффициента регрессии выделены три группы сортов: слабо отзывчивые на изменение условий ($b_i < 1$ – Новосибирская 15, Новосибирская 29), пластичные (b_i близко или равно 1 – Ирень, Исеть 45) и сильно отзывчивые на изменение условий ($b_i > 1$ – Новосибирская 31, Екатерина).

8. Все среднеранние сорта яровой пшеницы характеризовались низкой экологической устойчивостью (от SF=1,83 – Новосибирская 15 до SF=2,65 – Новосибирская 31). Ее уровень снижался по мере повышения потенциала урожайности сортов и ее вариабельности во временной динамике допуска сортов к использованию.

9. Лучшими по общей адаптивной способности (ОАС) были допущенный к использованию сорт Екатерина (ОАС=0,46) и перспективный сорт Исеть 45 (ОАС=0,34), а наименьшее значение данного параметра отмечено у сорта Новосибирская 15 (ОАС= -0,64).

10. Лучшим на основе комплексной оценки по урожайности и параметрам адаптивности признан сорт Екатерина.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волкова Л.В. Исходный материал для селекции сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Кировской области // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 2 (39). – С. 7–15.
2. Экологическая пластичность пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Е.В. Агеева, И.Е. Лихенко, В.В. Советов, В.В. Пискарев // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 1 (34). – С. 22–28.

3. Рутц Р.И. Флагман сибирской селекции // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 3–5.
4. Гончаров П.Л. Оптимизация селекционного процесса // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. – Новосибирск, 2002. – С. 5–16.
5. Халипский А.Н. Оценка селекционного прогресса на примере сортосмены яровой пшеницы в Красноярском крае: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1990. – 18 с.
6. Коробейников Н.И., Борадулина В.А. Селекционный прогресс по признакам продуктивности у сортов яровой пшеницы и стратегия отбора на урожайность // Адаптивный подход в земледелии, селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур в Сибири. – Новосибирск, 1996. – С. 48–49.
7. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. – Новосибирск: Гео, 2009. – 427 с.
8. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестн. РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
9. Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф. Экологическая роль сорта в ХХI веке // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 1. – С. 28–30.
10. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
11. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2 (44). – С. 31–36.
12. Особенности эволюции и пути селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири / В.А. Зыкин, И.А. Белан, Г.Я. Козлова, Г.П. Антипова // Докл. РАСХН. – 2001. – № 1. – С. 3–5.
13. Формирование урожая зерна сибирских сортов яровой мягкой пшеницы в условиях континентального климата Западной Сибири / И.Е. Лихенко, В.В. Советов, С.И. Аносов, Н.Н. Лихенко // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 27–30.
14. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность среднеспелых сортов яровой пшеницы и параметры их адаптивности в различных природно-климатических зонах Северного Зауралья // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 65–69.
15. Андреева З.В., Цильке Р.А. Влияние экологических факторов на реализацию генетического потенциала сортов мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 6. – С. 27–32.
16. Выдрин В.В., Федорук Т.К. Сортосовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области. – Тюмень: Тюмен. издат. дом, 2016. – 91 с.
17. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6, N. 1. – P. 36–40.
18. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.М. Россеев, С.В. Пашков // Докл. РАСХН. – 2000. – № 2. – С. 5–7.
19. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Докл. РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 3–6.
20. Lewis D. Gene – environment interaction: A. relationship between dominance heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. – 1954. – Vol. 8. – P. 333–356.
21. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, С.А. Ермаков [и др.] // Рос. с.-х. наука. – 2015. – № 12. – С. 3–9.
22. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.
23. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
24. Велекжанин В.С., Лепехов С.Б. Оценка адаптивных свойств сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 5 (29). – С. 27–30.
25. Сапега В.А. Выявление потенциальной продуктивности сортов капусты белокочанной // Аграрная наука. – 2014. – № 9. – С. 17–20.

26. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.

REFERENCES

1. Volkova L. V., *Vestnik NGAU*, 2016, No. 2 (39), pp. 7–15. (In Russ.)
2. Ageeva E. V., Lihenko I. E., Sovetov V. V., Piskarev V. V., *Vestnik NGAU*, 2015, No. 1 (34), pp. 22–28. (In Russ.)
3. Rutc R. I., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, No. 5, pp. 3–5. (In Russ.)
4. Goncharov P. L., *Povyshenie ehffektivnosti selekcii i semenovodstva sel'skohozyajstvennykh rastenij* (Increase in efficiency of selection and seed farming of agricultural plants), Novosibirsk, 2002, pp. 5–16.
5. Halipskij A. N., *Ocenka selekcionnogo progressa na primere sortosmeny yarovoj pshenicy v Krasnoyarskom krae: Avtoref. dis. kand s. – kh. nauk* (Assessment of selection progress on the example of spring wheat varieties in the Krasnoyarsk Region. Abstract of thesis cand. of agr. sci.), Novosibirsk, 1990, 18 p.
6. Korobejnikov N. I., Boradulina V. A., *Adaptivnyj podhod v zemledelii, selekcii i semenovodstve sel'skohozyajstvennykh kul'tur v Sibiri* (Adaptive approach in agriculture, selection and seed farming of crops in Siberia), Novosibirsk, 1996, pp. 48–49.
7. Goncharov N. P., Goncharov P. L., *Metodicheskie osnovy selekcii rastenij* (Methodical bases of selection of plants), Novosibirsk, Geo, 2009, 427 p.
8. Goncharenko A. A., *Vestnik RASKHN*, 2005, No. 6, pp. 49–53. (In Russ.)
9. Dobruckaya E. G., Pivovarov V. F., *Selekcija i semenovodstvo*, 2000, No. 1, pp. 28–30. (In Russ.)
10. Zhuchenko A. A., *Ehkologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij* (Ecological genetics of cultural plants), Kishinev, SHTiincea, 1980, 587 p.
11. Goncharenko A. A., *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2016, No. 2, pp. 31–36. (In Russ.)
12. Zykin V. A., Belan I. A., Kozlova G. YA., Antipova G. P., *Doklady RASKHN* 2001, No. 1, pp. 3–5. (In Russ.)
13. Lihenko I. E., Sovetov V. V., Anosov S. I., Lihenko N. N., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 1, pp. 27–30. (In Russ.)
14. Sapaga V. A., Tursumbekova G. SH., *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2016, No. 11, pp. 65–69. (In Russ.)
15. Andreeva Z. V., Cil'ke R. A., *Vestnik KrasGAU*, 2008, No. 6, pp. 27–32. (In Russ.)
16. Vydrin V. V., Fedoruk T. K., *Sortovoe rajonirovanie sel'skohozyajstvennykh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya po Tyumenskoj oblasti* (Cultivated crop variety testing and the results of the Tyumen region), Tyumen, Tyumenskij izdatel'skij dom, 2016, 91 p.
17. Eberhart S. A., Russell W. A., *Crop. Sci.*, 1996, No. 1 (6), pp. 36–40.
18. Zykin V. A., Belan I. A., Rosseev V. M., Pashkov S. V., *Doklady RASKHN*, 2000, No. 2, pp. 5–7. (In Russ.)
19. Nettevich EH. D., *Doklady RASKHN*, 2001, No. 3, pp. 3–6. (In Russ.)
20. Lewis D. Gene, *Heredity*, 1954, Vol. 8, pp. 333–356.
21. Goncharenko A. A., Makarov A. V., Ermakov S. A., Semenova T. V., Tochilin V. N., *Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*, 2015, No. 12, pp. 3–9. (In Russ.)
22. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V., *Ehkologicheskaya selekcija rastenij* (Ecological selection of plants), Minsk, Tehkhnalogiya, 1997, 372 p.
23. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I., *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3–6. (In Russ.)
24. Velekzhanin V. S., Lepekhov S. B., *Zernovoj hozyajstvo Rossii*, 2013, No. 5, pp. 27–30. (In Russ.)
25. Sapaga V. A., *Agrarnaya nauka*, 2014, No. 9, pp. 17–20. (In Russ.)
26. Zhuchenko A. A., *Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ehkologo-geneticheskie osnovy)* (Adaptive system of selection of plants (ekologo-genetic bases)), Moscow, RUDN, 2001, Vol. 1, 780 p.