

УДК 635.07:57.045

## УРОЖАЙНОСТЬ СРЕДНЕСПЕЛЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПАРАМЕТРЫ ИХ АДАПТИВНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

<sup>1</sup>Сапега В.А., <sup>2</sup>Турсумбекова Г.Ш.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,

Тюмень, e-mail: sapegavalerii@rambler.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,

Тюмень, e-mail: galina\_tursumbekova@rambler.ru

Цель исследования – комплексная оценка среднеспелых сортов яровой пшеницы по урожайности, экологической пластичности и устойчивости в различных природно-климатических зонах Северного Зауралья. Объектом исследования служили 11 среднеспелых сортов яровой пшеницы, в том числе 9 – допущенных к использованию, которые испытывались в 2013–2015 гг. в двух контрастных природно-климатических зонах Тюменской области – подтайге (II зона, Аромашевский ГСУ) и южной лесостепи (IV зона, Бердюжский ГСУ). Индексы условий среды и экологическую пластичность сортов определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell, а реализацию потенциала урожайности и размах урожайности – по методике Э.Д. Неттевича и В.А. Зыкина. Показатель экологической устойчивости сортов определяли по методике D. Levis. В пунктах (ГСУ) испытания отмечена сильная вариабельность условий среды, а также урожайности сортов. Наибольшей урожайностью в среднем за 2013–2015 гг. в условиях подтайги характеризовались сорта Скэнт 3 и Тюменская 25 (соответственно 2,53 т/га), а в зоне южной лесостепи – Авиада (2,89 т/га). Лучшими сортами по величине реализации потенциала урожайности были Рикс (78,5% – подтайга) и Икар (89,8% – южная лесостепь). По величине коэффициента регрессии (пластичности) выделились три группы сортов: сильно отзывчивые на изменение условий ( $b_i > 1$ ), пластичные ( $b_i$  равно или близко единице) и слабо отзывчивые на изменение условий ( $b_i < 1$ ). Наибольшие значения показателя экологической устойчивости в условиях подтайги отмечены у сортов Рикс (SF = 1,52) и Лютесценс 70 (SF = 1,80), а в южной лесостепи – у сортов Лютесценс 70 (SF = 1,38) и Тюменская 25 (SF = 1,39). На основе комплексной оценки урожайности и параметров адаптивности лучшими сортами в зоне подтайги признаны Скэнт 3, а в южной лесостепи – Тюменская 29.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, среднеспелые сорта, урожайность, реализация потенциала урожайности, размах урожайности, пластичность, экологическая устойчивость

## PRODUCTIVITY OF MID-SEASON SPRING WHEAT VARIETIES AND PARAMETERS OF THEIR ADAPTABILITY IN VARIOUS CLIMATIC ZONES OF NORTHERN TRANSURALSIA

<sup>1</sup>Sapega V.A., <sup>2</sup>Tursumbekova G.Sh.

<sup>1</sup>Tyumen Industrial University, Tyumen, e-mail: sapegavalerii@rambler.ru;

<sup>2</sup>State Agricultural University of Northern Zauralie, Tyumen, e-mail: galina\_tursumbekova@rambler.ru

The purpose of research – complex assessment of productivity, ecological plasticity and stability of mid-season spring wheat varieties in various climatic zones of Northern Zauralie. The material of research were 11 mid-season spring wheat varieties, including 9 – allowed to use which were tested in 2013–2015 in two contrast climatic zones of the Tyumen region – a subtaiga (the II zone, Aromashevsky GSU) and the southern forest-steppe (the IV zone, Berdyuzhsky GSU). Indexes of conditions of the environment and ecological plasticity of varieties were determined by a technique of S.A. Eberhart, W.A. Russell, and realization of potential of productivity and scope of productivity – by E.D. Nettevich and V.A. Zykin's technique. The indicator of ecological stability of varieties was determined by a technique of D. Levis. In points (GSU) of test strong variability of conditions of the environment, and also productivity of varieties is noted. The varieties Skent 3 and Tyumenskaya 25 (respectively 2,53 t/hectare) in the conditions of a subtaiga, and Aviada (2,89 t/hectare) in a zone of the southern forest-steppe characterized greatest productivity on average for 2013–2015. Riks (78,5% – a subtaiga) and Icar (89,8% – the southern forest-steppe) were the best varieties in size of realization of potential of productivity. Three groups of varieties were allocated in size of coefficient of regression (plasticity): strongly responsive on change of conditions ( $b_i > 1$ ), plastic ( $b_i$  is equal or close to unit) and poorly responsive on change of conditions ( $b_i < 1$ ). The greatest values of an indicator of ecological stability in the conditions of a subtaiga are noted at varieties Riks (SF = 1,52) and the Lutescens 70 (SF = 1,80), and in the southern forest-steppe – at varieties Lutescens 70 (SF = 1,38) and Tyumenskaya 25 (SF = 1,39). Skent 3 in a zone of a subtaiga and Tyumenskaya 29 in the southern forest-steppe are recognized as the best varieties on the basis of complex assessment of productivity and parameters of adaptability.

**Keywords:** spring wheat, mid-season varieties, productivity, realization of potential of productivity, scope of productivity, plasticity, ecological stability

Растениеводство Тюменской области сосредоточено в основном в южных сельскохозяйственных районах умеренно холодного и умеренного биоклиматических поясов. Показатель гидротермического

коэффициента (ГТК) данной территории варьирует от 1,5 (подтайга) до 1,0 (южная лесостепь), а сумма среднесуточных температур выше 10°C – от 1800°C (подтайга) до 2050°C (южная лесостепь) [11].

Почвенный покров представлен в основном двумя типами почв: серыми лесными (западная часть) и черноземами выщелоченными (восточная часть) [8].

Яровая пшеница – основная зерновая культура в Северном Зауралье. Площадь ее посева в Тюменской области в среднем за 2011–2015 гг. составила 407,7 тыс. га, или 58,4% от площади зерновых культур. В решении проблемы повышения урожайности и качества продукции одно из главных мест принадлежит сорту, вклад которого в продуктивность составляет не менее 25% [3, 12].

В условиях Западной Сибири, где отмечается значительная вариабельность основных агрометеорологических параметров по годам и непредсказуемость проявления тех или иных стресс-факторов, эффективное растениеводство возможно лишь на базе адаптированных к местным условиям сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой пшеницы [4]. В связи с этим для данного региона актуальным является создание и внедрение в производство высокоадаптивных, экологически пластичных сортов, сочетающих высокий уровень урожайности с ее стабильностью в различных условиях произрастания [6, 9, 13].

**Цель исследования** – комплексная оценка среднеспелых сортов яровой пшеницы по урожайности, экологической пластичности и устойчивости в контрастных природно-климатических зонах Северного Зауралья.

#### Материалы и методы исследований

Объектом исследования служили 11 среднеспелых сортов яровой пшеницы, в том числе – 9 допущенных к использованию и 2 – перспективных. Сорты испытывались в 2013–2015 гг. в двух контрастных природно-климатических зонах Тюменской области – подтайге (II зона, Аромашевский ГСУ) и южной лесостепи (IV зона, Бердюжский ГСУ) [1]. Учетная площадь делянки в годы испы-

тания – 25 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное. Предшественник в годы испытания – чистый пар.

Индексы условий среды и экологическую пластичность сортов определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [14], а реализацию потенциала урожайности и размах урожайности – соответственно по методике Э.Д. Неттевича [10] и В.А. Зыкина с соавт. [7]. Показатель экологической устойчивости сортов определяли по методике D. Levis [15] в изложении А.А. Гончаренко [2].

#### Результаты исследований и их обсуждение

В пунктах (ГСУ) испытания среднеспелых сортов яровой пшеницы нами отмечена сильная вариабельность условий среды. Так, в зоне подтайги (Аромашевский ГСУ) индексы условий среды характеризовались величиной от –0,55 (2014 г.) до 1,16 (2015 г.) (табл. 1).

Это отразилось на среднесортовой урожайности, которая в годы испытания на вышеотмеченном ГСУ соответственно была на уровне от 1,89 т/га (2014 г.) до 3,60 т/га (2015 г.). Как видно из представленных данных, в жестких условиях среды в зависимости от природно-климатической зоны урожайность снижается на 20–50%. Это диктует необходимость создания в процессе селекционной работы и внедрения в производство экологически устойчивых сортов, что обеспечит повышение как урожайности, так и ее стабильности в регионе.

В среднем за 2013–2015 гг. в условиях южной лесостепи сорта яровой пшеницы характеризовались более высокой урожайностью по сравнению с зоной подтайги. Вместе с тем по величине средней урожайности в опыте различия между сравниваемыми зонами не столь существенные – 2,44 т/га (подтайга) и 2,78 т/га (южная лесостепь) (табл. 2).

Таблица 1

Индексы условий среды и среднесортовая урожайность яровой пшеницы

Год	II зона – подтайга		IV зона – южная лесостепь		Отклонение и доля среднесортовой урожайности в годы с отрицательным индексом условий от урожайности в годы с положительным индексом условий			
	индекс условий среды $I_j$	среднесортовая урожайность, т/га	индекс условий среды $I_j$	среднесортовая урожайность, т/га	II зона – подтайга		IV зона – южная лесостепь	
					т/га	%	т/га	%
2013	–0,61	1,83	–0,52	2,26	1,77	50,8	1,18	65,7
2014	–0,55	1,89	0,66	3,44	1,71	52,5	–	–
2015	1,16	3,60	–0,13	2,65	–	–	0,79	77,0

По величине средней урожайности в условиях подтайги лучшими в группе допущенных к использованию были сорта Скэнт 3 и Тюменская 25 (соответственно 2,53 т/га), а в зоне южной лесостепи – Авиада (2,89 т/га). Независимо от природно-климатической зоны среди перспективных наибольшей урожайностью характеризовался сорт Тобольская (2,70 т/га – подтайга; 3,34 т/га – южная лесостепь).

Размах урожайности сортов сильный независимо от природно-климатической зоны, особенно в подтайге, что связано со значительной вариабельностью условий в годы испытания сортов в данной зоне. Наименьшие его значения в зоне

подтайги отмечены у сорта Рикс (34,2%), а в южной лесостепи – у Лютесценс 70 (27,3%) (табл. 2).

Важной характеристикой сорта является величина реализации потенциала его урожайности в тех или иных условиях. По данным наших исследований в условиях подтайги среднеспелые сорта яровой пшеницы характеризуются сравнительно низким уровнем реализации потенциала урожайности и по величине данного параметра уступают сортам в южной лесостепной зоне. Такие низкие его значения в зоне подтайги в первую очередь связаны с сильной вариабельностью урожайности, на что указывает величина ее размаха в данной зоне.

**Таблица 2**

Урожайность и адаптивность среднеспелых сортов яровой пшеницы

Сорт	Год до- пуска к ис- пользо- ванию	Урожайность, т/га				Размах уро- жайно- сти (d, %)	Реали- зация по- тенциала урожай- ности, %	Пластич- ность (коэф- фициент регрес- сии, $b_i$ )	Показа- тель эколо- гической устойчи- вости (SF)
		2013	2014	2015	$\bar{x}$				
<i>II зона, подтайга (Аромашевский ГСУ)</i>									
Лютесценс 70	1993	1,95	1,92	3,45	2,44	44,3	70,7	0,87	1,80
Чернява 13	2000	1,74	1,86	3,66	2,42	52,4	66,1	1,07	2,10
Икар	2001	1,92	1,78	3,40	2,37	47,6	69,7	0,89	1,91
Скэнт 3	2003	1,95	1,94	2,71	2,53	47,7	68,2	1,01	1,91
Авиада	2004	1,63	1,99	3,50	2,37	53,4	67,7	0,98	2,15
Омская 36	2008	1,90	2,00	3,50	2,47	45,7	70,6	0,89	1,84
Рикс	2011	1,81	1,93	2,75	2,16	34,2	78,5	0,51	1,52
Тюменская 25	2012	1,76	1,99	3,84	2,53	54,2	65,9	1,13	2,18
Тюменская 29	2013	1,67	1,59	3,99	2,42	60,2	60,6	1,35	2,51
Тобольская	–	1,88	2,04	4,19	2,70	55,1	64,4	1,28	2,23
Тюменская 33	–	1,92	1,72	3,61	2,42	52,4	67,0	1,02	2,10
НСР <sub>05</sub>		0,15	0,04	0,32					
Средняя урожай- ность в опыте, т/га					2,44				
<i>IV зона – южная лесостепь (Бердюжский ГСУ)</i>									
Лютесценс 70	1993	2,24	3,08	2,37	2,56	27,3	83,1	0,77	1,38
Чернява 13	2000	2,13	3,60	2,88	2,87	40,8	79,7	1,24	1,69
Икар	2001	2,08	2,94	2,90	2,64	29,2	89,8	0,67	1,41
Скэнт 3	2003	2,02	3,12	2,60	2,58	35,2	82,7	0,93	1,54
Авиада	2004	2,25	3,74	2,67	2,89	39,8	77,3	1,32	1,66
Омская 36	2008	2,16	3,19	2,55	2,63	32,3	82,4	0,90	1,48
Рикс	2011	2,40	3,73	2,38	2,84	36,2	76,1	1,25	1,57
Тюменская 25	2012	2,42	3,37	2,68	2,82	28,2	83,7	0,85	1,39
Тюменская 29	2013	2,38	3,52	2,67	2,86	32,4	81,2	1,02	1,48
Тобольская	–	2,69	4,40	2,93	3,34	38,9	75,9	1,56	1,64
Тюменская 33	–	2,10	3,18	2,50	2,59	34,0	81,4	0,94	1,51
НСР <sub>05</sub>		0,19	0,21	0,23					
Средняя урожай- ность в опыте, т/га					2,78				

В среднем за 2013–2015 гг. наибольшая величина реализации потенциала урожайности в условиях подтайги отмечена у сорта Рикс (78,5%), а в южной лесостепи – у сорта Икар (89,8%) (табл. 2). У допущенных к использованию сортов наименьшие значения данного показателя выявлены у Тюменской 29 (60,6%, подтайга) и Рикс (76,1%, южная лесостепь). Главными направлениями дальнейшего роста, как величины урожайности, так и реализации ее потенциала у сортов в условиях производства являются соблюдение технологии их возделывания, повышение уровня агротехники, а также адаптивности районированного сортимен-та, которая будет способствовать снижению уровня варибельности урожайности.

В основе метода оценки экологической пластичности сортов, предложенного S.A. Eberhart, W.A. Russell [14], лежит расчет коэффициента линейной регрессии, который позволяет дать оценку степени реакции генотипа на изменение условий среды.

По данным наших исследований сильная отзывчивость на изменение условий ( $b_i > 1$ ) в подтайге выявлена у сортов Тюменская 25, Тюменская 29 и Тобольская, а в южной лесостепи – у сортов Чернява 13, Авиада, Рикс и Тобольская (табл. 2). Данные сорта относятся к группе интенсивных, но вместе с тем они менее приспособлены к неблагоприятным условиям.

К пластичным сортам, с коэффициентом регрессии равным и близким единице, в зоне подтайги нами отнесены сорта Чернява 13, Скэнт 3, Авиада и Тюменская 33, а в зоне южной лесостепи – Скэнт 3, Омская 36, Тюменская 29 и Тюменская 33. Изменение урожайности у данных сортов полностью соответствуют изменению условий выращивания.

Слабой отзывчивостью на изменение условий ( $b_i < 1$ ) в зоне подтайги характеризовались сорта Лютесценс 70, Икар, Омская 36 и Рикс, а в южной лесостепи – Лютесценс 70, Икар и Тюменская 25. Сорта с уровнем такой отзывчивости лучше адаптированы к средним и худшим средам, что необходимо учитывать в производственных условиях при формировании сортовой структуры посевов.

В качестве показателя экологической устойчивости сортов нами использован «фактор стабильности» (SF), предложенный D. Levis [15]. Проведенные исследования показали, все изученные сорта яровой пшеницы независимо от природно-климатической зоны характеризовались низкой эколо-

гической устойчивостью ( $SF > 1$ ) (табл. 2). Сравнительно лучшие показатели данного параметра в условиях подтайги выявлены у сортов Рикс ( $SF = 1,52$ ) и Лютесценс 70 ( $SF = 1,80$ ), а в южной лесостепи – у сортов Лютесценс 70 ( $SF = 1,38$ ) и Тюменская 25 ( $SF = 1,39$ ).

Во временной динамике допуска сортов к использованию нами отмечено незначительное повышение средней урожайности при одновременном росте ее варибельности и снижение экологической устойчивости сортов. Полученные результаты согласуются с данными ряда авторов, где указывается на снижение экологической устойчивости сортов по мере роста их потенциала продуктивности [5, 6, 10].

Исходя из комплексной оценки по урожайности, величине реализации ее потенциала, а также параметрам адаптивности лучшим сортом в зоне подтайги признан Скэнт 3, а в южной лесостепи – Тюменская 29.

### Выводы

1. Независимо от природно-климатической зоны выявлена значительная варибельность условий среды в годы испытания сортов яровой пшеницы, а также их урожайности.

2. В среднем за годы исследования наибольшей урожайностью в зоне подтайги характеризовались сорта Скэнт 3 и Тюменская 25 (соответственно 2,55 т/га), а в южной лесостепи – Авиада (2,89 т/га).

3. Наибольшие значения величины реализации потенциала урожайности в зоне подтайги отмечены у сорта Рикс (78,5%), а в южной лесостепи – Икар (89,8%).

4. По величине коэффициента регрессии (пластичности) выделились три группы сортов: сильно отзывчивые на изменение условий (Тюменская 25, Тюменская 29, Тобольская – подтайга; Чернява 13, Авиада, Рикс, Тобольская – южная лесостепь), пластичные (Чернява 13, Скэнт 3, Авиада, Тюменская 33 – подтайга; Скэнт 3, Омская 36, Тюменская 29, Тюменская 33 – южная лесостепь) и слабо отзывчивые на изменение условий (Лютесценс 70, Икар, Омская 36, Рикс – подтайга; Лютесценс 70, Икар, Тюменская 25 – южная лесостепь).

5. Независимо от природно-климатической зоны среднеспелые сорта яровой пшеницы характеризовались низкими показателями экологической устойчивости. Сравнительно высокие значения данного параметра в условиях подтайги отмечены

у сортов Рикс (SF = 1,52) и Лютесценс 70 (SF = 1,80), а в южной лесостепи – у сортов Лютесценс 70 (SF = 1,38) и Тюменская 25 (SF = 1,39).

6. На основе комплексной оценки урожайности и параметров адаптивности лучшими сортами в зоне подтайги признан Скэнт 3, а в южной лесостепи – Тюменская 29.

#### Список литературы

1. Выдрин В.В. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2015 год / В.В. Выдрин, Т.К. Федорук. – Тюмень: Тюменский издательский дом, 2015. – 92 с.
2. Гончаренко А.А. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, С.А. Ермаков, Т.В. Семёнова, В.Н. Точилин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. – № 1–2. – С. 3–9.
3. Гончаров П.Л. Комплексность в селекции сельскохозяйственных растений // Принципы и методы селекции интенсивных сортов сельскохозяйственных растений: сб. науч. трудов. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1987. – С. 4–15.
4. Гончаров П.Л. Растениеводство начала XXI столетия // Научное обеспечение АПК Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Башкортостана: матер. 5-й Межд. науч.-практ. конф. (Абакан, 10–12 июля 2002 г.). – Новосибирск, 2002. – С. 177–181.
5. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: РУДН, 2001. – Т.1. – 780 с.
6. Зыкин В.А. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.М. Россеев, С.В. Пашков // Доклады РАСХН. – 2000. – № 2. – С. 5–7.
7. Зыкин В.А. Особенности эволюции и пути селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири / В.А. Зыкин, И.А. Белан, Г.Я. Козлова, Г.П. Антипова // Доклады РАСХН. – 2001. – № 1. – С. 3–5.
8. Каретин Л.Н. Почвы южной части Тюменской области и их агрономическая оценка. – Омск, 1974. – 56 с.
9. Коробейников Н.И. Принципы и основные результаты селекции яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае (2007-2014 гг.) // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – № 6. – С. 21–26.
10. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 3–6.
11. Новохатин В.В. Биоклиматические ресурсы Северного Зауралья // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 8 (138). – С. 22–27.
12. Рутц Р.И. История развития селекционной работы и сорта сельскохозяйственных культур СибНИИСХ. – Новосибирск, 2004. – 152 с.
13. Сапега В.А. Потенциал урожайности, стрессоустойчивость и экологическая пластичность среднеранних сортов яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2(44). – С. 6–9.
14. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // Crop.Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36–40.
15. Lewis D. Gene-environmental interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. – 1954. – Vol. 8. – P. 333–356.