

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.К. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук

Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, 607686, Нижегородская область, Кстовский район, с.п. Селекционной станции
E-mail: petrovlk@mail.ru

Представлена оценка сортов озимой пшеницы по урожайности, экологической стабильности и пластичности на светло-серых лесных почвах Нижегородской области. Установлено, что в среднем по изучаемым сортам урожайность за 2012-2016 гг. составила 53,0 ц/га ($V=23,3\%$), ее варьирование по годам – 16,3-89,2 ц/га; разность между годами достигала 51,7 ц/га, между сортами – 12,4 ц/га. Показано, что на продуктивность культуры в основном влияют погодные условия года, доля которых составляет 73%, тогда как доля сорта – 9%. Наибольшей стабильностью и пластичностью выделен сорт мягкой озимой пшеницы Немчиновская 57 селекции Федерального исследовательского центра «Немчиновка», о чем свидетельствуют низкий коэффициент вариации (33%), наибольшая гомеостатичность (1,59) и стрессоустойчивость (-47,7). Этот сорт отмечен и как наиболее адаптивный при возделывании в условиях Нижегородской области.

ASSESSMENT OF YIELD, ECOLOGICAL STABILITY AND PLASTICITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Petrov L.K.

Nizhny Novgorod research Institute of agriculture – branch of federal Agricultural Research Centre the North-East, 607686, Nizhegorodskaya oblast, Kstovskiy rayon, s.p. Seleksionnoy stantsii
E-mail: petrovlk@mail.ru

Presents an assessment of winter wheat varieties by yield, environmental stability and plasticity. According to the results of the evaluation of the yield of winter wheat varieties on light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region, it was found that the average yield of the studied varieties for 2012-2016 was 53.0 C/ha ($V=23.3\%$). The variation of the yield of the studied crop over the years was in the range from 16.3 to 89.2 C/ha. the yield Difference between the years was 51.7 C/ha, and between varieties 12.4 C/ha. It is established that the determining factor in the formation of productivity is the weather conditions of the year – 73%, and the share of the variety is 9%. According to the results of the research, the Nemchinovskaya 57 variety of the selection Fitz «Nemchinovka», which has the greatest stability and plasticity in the Nizhny Novgorod region, as evidenced by the following indicators: low coefficient of variation (33%), the greatest homeostaticity (1.59) and stress resistance (-47.7). Variety of soft winter wheat Nemchinovskaya 57 showed itself as the most adaptive to the conditions of cultivation in the Nizhny Novgorod region.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, зерно, урожайность, экологичность, стабильность, пластичность

Key words: winter wheat, varieties, grain, yield, environmental, stability, plasticity

Решение проблемы продовольственной безопасности страны связано с увеличением производства сельскохозяйственной продукции, основа которой – производство зерна. Пшеница – одна из наиболее ценных и самых распространенных зерновых культур. В связи с этим в последнее время большое внимание во всем мире уделяется ее возделыванию.

Внедрение в производство сортов озимой пшеницы с высоким адаптивным потенциалом позволяет стабилизировать производство зерна в разные годы, как по увлажнению, так и по тепловому режиму. При этом сорта должны быть экологически пластичными и обладать индивидуальной реакцией на изменение почвенных, метеорологических и климатических условий [1-3].

Известно, что Россия – одна из основных производящих и экспортирующих зерно стран мира и ее доля в последние годы увеличивается. Согласно Государственной программе России на 2013-2020 гг., валовой сбор зерна необходимо довести до 120-125 млн. тонн в год, а урожайность – до 2,6 т/га [4, 5]. Для выхода на прогнозируемый уровень урожайности требуется комплексный подход, включающий разработку эффективных систем: севооборотов, обработки почвы, удобрений, защиты растений; подбор видов и сортов культур,

сочетающих высокую потенциальную продуктивность и устойчивость к действию абиотических и биотических факторов окружающей среды [6-8]. При этом урожайность служит важным фактором при оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта, что дает объективное представление об уровне интенсивности технологии его возделывания [9, 10].

Новизна настоящей работы заключается в том, что в условиях Нижегородской области впервые изучены и выделены адаптивные сорта озимой пшеницы, обладающие наибольшей урожайностью, пластичностью, стабильностью и экологической устойчивостью.

Методика. Изучали сорта озимой пшеницы Московская 39, Памяти Федина, Галина, Немчиновская 17, Инна, Поэма, Московская 40, Московская 56, Немчиновская 57, Немчиновская 24, возделываемые на опытном поле Нижегородского НИИ сельского хозяйства в 2012-2016 гг. Почва опытного участка – светло-серая лесная, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Обеспеченность пахотного слоя подвижными формами фосфора – 221-291 мг/кг почвы, обменного калия – 89-206 мг/кг почвы, содержание гумуса – 1,36-1,67%, рН почвы 4,2-5,5. Предшественник – черный пар. Предпосевная обработка почвы включала внесе-

Табл. 1. Динамика суммы осадков и суммы эффективных температур за май-август 2012-2016 гг.

Месяц	Сумма осадков, отклонение от нормы, %					Сумма эффективных температур, отклонение от нормы, °С				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Май	88	76	35	89	33	+37	+76	-63	-60	-69
Июнь	42	15	188	115	86	+42	+100	-162	-143	-140
Июль	110	138	47	157	107	+70	-52	-201	-194	-175
Август	173	113	2	68	141	+53	-145	-145	-152	-141

ние диаммофоски в количестве 4 ц/га физической массы разбросным способом под предпосевную культивацию на глубину посева семян (4-5 см) культиватором КПС-4,2. Посев проводили в основном в оптимальные сроки сеялкой СКС-6-10, глубина заделки семян составляла 4-6 см, норма высева – 6 млн всхожих семян/га. Общая площадь делянок – 12,4 м², учетная – 10 м² [11, 12].

Делянки в опыте располагали систематически со смещением. Семена перед посевом не протравливали. Уход за посевами включал весеннюю подкормку аммиачной селитрой в количестве 2 ц/га, химическую и ручную прополку. Перед уборкой проводили видовую и сортовую прочистку. Уборку проводили прямым комбайнированием комбайном «Samro 130».

Динамику суммы осадков и суммы эффективных температур (выше 10 °С) определяли по данным агрометеорологической станции Ройка [13].

Расчет параметров – индекса условий среды, экологической стабильности и пластичности оценивали по методу S.A. Eberhart, W.A. Russell в обработке В.З. Пакудина [14]. Стрессоустойчивость сортов определяли по Россилли, Хемблину (Rossielle, Hemblin, 1981) в изложении А.А. Гончаренко [15].

Показатель гомеостатичности (Нот) вычисляли по В.В. Хангильдину [16].

Математическая обработка экспериментальных данных проведена по Б.А. Доспехову в программе «Microsoft Excel».

Территория Нижегородского НИИ сельского хозяйства относится к центральной агроклиматической зоне Нижегородской области. Климат области в целом умеренно-континентальный с холодной продолжительной зимой и теплым сравнительно коротким летом, что позволяет отнести регион к зоне рискованного земледелия. Значительные колебания агрометеорологических параметров по годам, в том числе и в период проведения исследований, привели к сильной вариабельности урожайности зерновых культур (табл. 1). Это позволило дать более объективную оценку и всесторонне оценить адаптивность изучаемых сортов исходя из сложившихся внешних условий среды (климатических), обусловленных прежде всего гидротермическим режимом [13].

Результаты и обсуждение. За годы исследований изучаемые сорта озимой пшеницы по-разному реализовали потенциал продуктивности. Их средняя урожайность составила 53,0 ц/га ($V=23,3\%$), ее варьирование по годам – 16,3-89,2 ц/га. При этом разность урожайности между годами достигала 54,7 ц/га, между сортами – 12,4 ц/га. Причиной скачкообразного повышения урожайности культуры можно объяснить тем, что сорта относятся к интенсивному и полунинтенсивному типу и сильно реагировали на изменение условий окружающей среды.

Высокие значения показателей генетической гибкости у сорта Немчиновская 57 (65,3%) и коэффициента вариации ($V=33,18\%$) указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами внешней среды. Наибольшая средняя урожайность по опыту отмечена у сортов Немчиновская 57 (60,2 ц/га) и Немчиновская 17 (58,9 ц/га) при одновременно высокой ее изменчивости по годам. Такие колебания продуктивности позволяют утверждать, что метеорологические условия года имеют решающее значение при формировании урожайности озимой пшеницы (табл. 2).

Табл. 2. Минимальная, максимальная и средняя урожайность сортов озимой пшеницы, 2012-2016 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га		
	$Y_2(\min)$	$Y_1(\max)$	Средняя (x)
Московская 39	28,0	74,2	48,6
Память Федина	17,6	70,5	47,8
Немчиновская 24	25,6	79,2	54,0
Немчиновская 17	29,8	85,3	58,9
Немчиновская 57	41,5	89,2	60,2
Московская 40	22,5	82,2	52,5
Галина	20,9	79,5	48,2
Поэма	16,3	80,7	54,7
Инна	16,5	86,5	51,4
Московская 56	23,9	79,8	54,1

За годы исследования самая высокая урожайность озимой пшеницы получена в 2016 г. у сортов Немчиновская 57 (89,2 ц/га), Инна (86, ц/га), Немчиновская 17 (85,3 ц/га), которая выше, чем у стандартного сорта Московская 39, соответственно на 15,0; 12,3; 11,1 ц/га или 16,8; 14,2; 13,0% (табл. 3). Урожайность сортов озимой пшеницы значительно зависела от факторов внешней среды, влияние которых было неравномерным. Например, условия года были определяющим фактором при формировании продуктивности. В среднем различия по урожайности сортов озимой пшеницы по годам характеризуются значениями размаха варьирования от 33 до 61%.

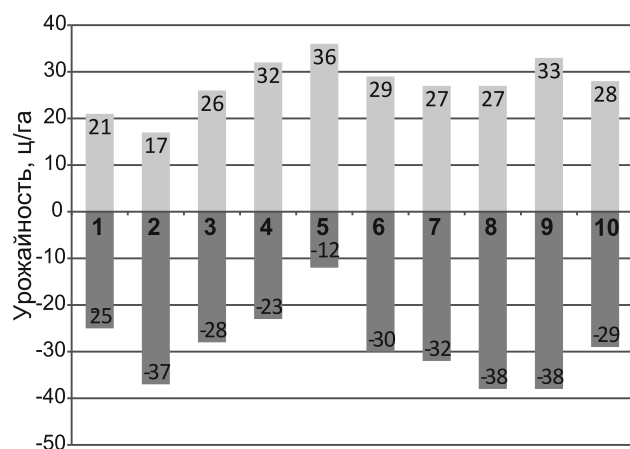
График урожайности сортов озимой пшеницы за 2012-2016 гг. и ее отклонение от средней величины за пять лет исследований представлен на рисунке. Уста-

Табл. 3. Урожайность (ц/га) сортов озимой пшеницы в годы исследований

Сорт	Урожайность					
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя
Московская 39	31,5	61,0	28,0	48,6	74,2	48,6
Память Федина	17,6	59,1	44,0	47,8	70,5	47,8
Немчиновская 24	25,6	63,4	48,6	53,3	79,2	54,0
Немчиновская 17	29,8	74,1	52,1	53,0	85,3	58,9
Немчиновская 57	41,5	67,2	42,7	6,05	8,92	6,02
Московская 40	22,5	63,9	41,5	52,5	82,2	52,5
Галина	20,9	69,1	16,3	4,62	79,5	48,2
Поэма	-	68,0	16,1	53,8	80,7	54,7
Инна	33,1	65,1	16,2	50,1	86,5	51,3
Московская 56	38,8	67,8	23,9	59,9	79,8	54,0

новлено, что у большинства сортов эти отклонения были примерно одинаковыми. Выделился сорт Немчиновская 57 с отклонением от средней урожайности (36; -12 ц/га), что свидетельствует о его стабильности обеспечивать достаточно высокую урожайность в условиях умеренно-континентального климата Нижегородской области. Минимальные значения отклонения от средней величины этого показателя выявлены у сорта озимой пшеницы Московская 39 (21;-25), которая была стандартом. У сортов Галина, Поэма, Инна отмечены максимальные колебания этого показателя от средней урожайности (от -32 до -38 и от 27 до 33 ц/га), что говорит о неспособности этих сортов стабильно формировать урожайность при изменении условий возделывания изучаемой культуры.

Сорт как генетическая система специфически реагирует на внешние факторы среды. Особенность любого сорта – это совокупность свойств, определяющих его пригодность для конкретной местности, поэтому правильный выбор сорта имеет первостепенное значение для выращивания зерновых культур.



Стабильность сортов озимой пшеницы, 2012-2016 гг.:
 1 – Московская 39, 2 – Память Федина,
 3 – Немчиновская 24, 4 – Немчиновская 17,
 5 – Немчиновская 57; 6 – Московская 40, 7 – Галина,
 8 – Поэма, 9 – Инна, 10 – Московская 56.

Табл. 4. Стрессоустойчивость, генетическая гибкость, коэффициент вариации, гомеостатичность сортов озимой пшеницы, 2012-2016 гг.

Сорт	Параметры адаптивности			
	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2)/2$	V, %	Ном
Московская 39	-46,2	51,1	40,45	1,11
Память Федина	-52,9	44,1	41,94	0,82
Немчиновская 24	-53,6	52,4	37,11	1,01
Немчиновская 17	-55,5	57,5	35,02	1,43
Немчиновская 57	-47,7	65,3	33,18	1,59
Московская 40	-59,7	52,4	43,44	0,77
Галина	-58,6	50,3	61,43	0,68
Поэма	-64,4	48,5	56,59	0,72
Инна	-70,0	51,5	54,46	0,54
Московская 56	-55,9	51,9	42,37	0,94

В условиях умеренно-континентального климата важный показатель сортов – их устойчивость к стрессу, уровень которого определяют по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Этот параметр имеет отрицательный знак, и чем его величина меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта. В табл. 4 представлены показатели адаптивности сортов озимой пшеницы.

Самая высокая устойчивость к стрессу отмечена у сортов озимой пшеницы Московская 39 (-46,2) и Немчиновская 57 (-47,7). Большинство сортов имело среднюю устойчивость – от -52,9 у сорта Памяти Федина до -59,7 у сорта Московская 40. Наименьшая устойчивость была у сортов Поэма и Инна – соответственно -64,4 и -70,0.

Средняя урожайность сортов в контрастных (стрессовых и не стрессовых) условиях $(Y_1 + Y_2)/2$ характеризует их генетическую гибкость. Высокие значения этого показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды. Были выделены следующие сорта озимой пшеницы с максимальным соотношением между этими двумя показателями – Немчиновская 57 (65,3) и Немчиновская 17 (57,5) (табл.4).

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, служит гомеостаз как способность генотипа минимизировать последствия воздействия неблагоприятных внешних условий [16], обладающий универсальным свойством в системе взаимоотношений генотипа и внешней среды.

Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. Таким образом, связь гомеостатичности (Ном) с коэффициентом вариации (V) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды. Коэффициент вариации рассчитывают по формуле: $CV(V) = g/k$, где g – среднее квадратичное; k – среднее арифметическое значение показателя.

В наших исследованиях наиболее стабильным на изменение условий выращивания оказался сорт озимой пшеницы Немчиновская 57. Об этом свидетельствуют наименьшее значение коэффициента вариации (33,18%) и высокая гомеостатичность (1,59). Большая

вариабельность и низкая гомеостатичность отмечены у сортов озимой пшеницы Инна, Поэма, Галина ($V=54-61\%$; $\text{Ном}=0,54-0,72$), то есть они обладают нестабильностью и низкой адаптивностью к условиям лесостепной зоны Нижегородской области (табл.4).

Таким образом, в производстве для получения стабильных урожаев озимой пшеницы необходимо формировать структуру посевов этой культуры за счет сортов, характеризующихся высокой пластичностью, стрессоустойчивостью и экологической стабильностью. К ним можно отнести сорта Немчиновская 57 и Немчиновская 17. Адаптированные интенсивные и полунинтенсивные сорта озимой пшеницы необходимо размещать на полях с высоким агрофоном и преимущественно в районах с благоприятными условиями окружающей среды, что позволит им сформировать высокую продуктивность вследствие отзывчивости на позитивные изменения условий возделывания.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: Издательство Агрорус, 2004. – 1109с.
2. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы.) – М.: РУДН, 2001. – Т.1. – С. 616-628.
3. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Оценка сортов яровой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – №4. – С.3-6.
4. Государственная программа развития и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг. Постановление правительства РФ №717 от 14.07.2012.
5. Федеральный закон «О зерне и продуктах его переработки» от 05.12.1998.
6. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – №2 (44). – С.31-36.
7. Сапега В.А. Урожайность, реализация ее потенциала и адаптивность сортов яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т.31. – №10. – С.49-52.
8. Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А., Семенова Т.В., Точилин В.Н. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи // Российская сельскохозяйственная наука – 2015. – №1-2. – С.3-9
9. Ионова Е.В., Газе В.Л., Некрасов Е.И. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №3.(22). – С.19-21.
10. Волкова Л.В., Бебякин В.М., Лыскова И.В. Пластичность и стабильность сортов селекционных форм яровой пшеницы по критериям продуктивности и качества зерна // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. –2010. – №1. – С.3-5.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 263 с.
12. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию сельскохозяйственных культур на примере зерновых / Г.А. Баталова, Т.К. Шешегова, В.А. Стариков. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. – 32 с.
13. Обзор агроклиматических условий за 2012-2016 гг. (Агрометеостанция «Ройка») – Н. Новгород, 2013-2017 гг.
14. Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений. – Новосибирск: Наука, 1976. – 189 с.
15. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49-53.
16. Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – 1984. – № 1. – С.67-76.

Поступила в редакцию 21.01.20
После доработки 10.02.20
Принята к публикации 12.02.20