



**Озимая пшеница,
перспективные
сортообразцы,
структура
урожайности,
корреляция,
устойчивость,
стабильность**

*Winter wheat, promising
varieties, yield structure,
correlation, resistance,
stability*

СКРИНИНГ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ И ЕЁ СТАБИЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

О.В. Левакова (фото)

к.с.-х.н., старший научный сотрудник отдела селекции
и семеноводства

М.И. Банникова

младший научный сотрудник отдела селекции
и семеноводства

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
с. Подвязье

Озимая пшеница – важная продовольственная культура, которая по значимости и площадям возделывания занимает ведущее место среди других зерновых культур. Создание инновационного сорта с максимально высоким уровнем продуктивности и стабильности – конечная цель работы селекционера. Продуктивность является важнейшим признаком и на сегодняшний день имеет первостепенное значение [1]. Перспективным методом оценки сортов пшеницы, моделирования её новых форм является структурный анализ зрелых растений по элементам продуктивности [2], позволяющий ретроспективно судить об особенностях морфогенетических процессов у растений в пределах поля в разные периоды онтогенеза. Для научного обоснования агротехнических приёмов при селекции на высокую продуктивность необходимо изучать и анализировать те структурные элементы, из которых складывается урожайность [3].

Для изучения этого вопроса необходимо знать причинные связи между отдельными элементами структуры урожайности, так как успехи селекции будут в значительной мере зависеть от знания закономерностей формирования урожая. Каждый из компонентов структурных показателей продуктивности на ранних стадиях онтогенеза растений может варьировать в разной степени. Учитывая, что урожайность складывается из многих её компонентов, в ускорении селекционного процесса важное значение имеют более стабильные признаки. Надо учитывать и то, что сортовые особенности форми-

рования урожая для каждого конкретного сорта остаются неизменными, независимо от гидро-термических условий и агротехники выращивания [4, 5].

Помимо компонентов структуры продуктивности, экологической стабильности сортов, их устойчивость к лимитирующим факторам среды и способность давать высокий и стабильный урожай привлекают всё большее внимание селекционеров. Анализ сортов, выращенных в годы с различными погодно-климатическими условиями, позволяет оценить параметры адаптивности и стабильности.

На основании вышеизложенного возник интерес выявить наиболее адаптированные к условиям Рязанской области перспективные сортообразцы озимой мягкой пшеницы по элементам продуктивности и основным хозяйственно ценным признакам в сравнении со стандартами для дальнейшей селекции.

Методика исследований

Исследования проводили в условиях ИСА – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2016–2018 гг. в конкурсном сортоиспытании. Конкурсное сортоиспытание завершает создание сортов, даёт возможность сделать окончательную оценку и решить вопрос о передаче самых лучших на Госсортоиспытание. В испытании участвовало 3 сорта и 12 линий местной селекции. Почва опытного участка тёмно-серая, лесная тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели: реакция почвенного раствора – $\text{pH}_{\text{сол.}}$ 5,25, $\text{pH}_{\text{гидролит.}}$ 4,92 мг-экв/100 г, содержание гумуса – 5,3% (по Тюрину), содержание подвижного фосфора – 340 мг/кг почвы (по Кирсанову), содержание обменного калия – 192 мг/кг почвы (по Кирсанову), азот общий – 0,25 %, азот гидролизный – 122,8 мг/кг. Предшественник – чёрный пар. Стандартный сорт – Ангелина. Опыт закладывали на делянках 10 м², в четырёхкратной повторности. Норма высева 5,0 млн всхожих зёрен на га. Учёт стеблестоя проводили на закреплённых площадках по всходам и перед уборкой урожая. Структурный анализ снопов осуществляли в лабораторных условиях по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. В процессе исследований пользовались методическими указаниями ВИР [7].

Статистическая обработка результатов проведена по методике полевого опыта [8] с использованием программ «Diana» и Microsoft «Excel». Устойчивость к болезням оценивалась в условиях

естественного фона к природной популяции патогенов. Уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания (У2-У1) рассчитан по А.А. Гончаренко [9]. Индекс стабильности и коэффициент вариации рассчитан по А.А. Грязнову [10], показатель уровня стабильности и урожайности сорта (ПУСС) – по Э.Д. Неттевичу и др. [11]. Погодные условия за годы исследований значительно отличались по температуре воздуха и количеству атмосферных осадков как между собой, так и от среднемноголетних данных, что способствовало объективной оценке изучаемого селекционного материала.

Результаты исследований

Одну из самых трудоёмких задач представляет селекция на продуктивность, поскольку в одном сорте необходимо сочетание большого числа ценных признаков [12, 13]. Урожайность озимой пшеницы зависит от уровня гармонично развития элементов продуктивности.

За годы исследований изучаемые номера озимой пшеницы по-разному реализовали свой генетический потенциал продуктивности. В наших условиях средняя урожайность испытываемых номеров варьировала от 7,21 т/га у линии Л 53/18 до 8,34 у линии Л 34/18 (табл. 1). Урожайность стандартного сорта Ангелина составила 7,59 т/га. В среднем урожайность по выделенным номерам составила 7,4 т/га ($C_v = 5,4\%$). За годы исследований высокую урожайность номера озимой пшеницы сформировали во влажном 2017 году с колебаниями от 7,31 до 9,78 т/га. Максимальную урожайность в этом году имели линии Л 43/18 (9,78 т/га), Л 34/18 (9,69 т/га), Л 48/19 (9,41 т/га), Л 31/18 (8,85 т/га), Л 49/18 (8,78 т/га).

Высота растений имеет немаловажное значение, так как связана с устойчивостью к полеганию, которая, в свою очередь, влияет на урожайность. Высота растений у номеров озимой пшеницы колебалась от 89 до 108 см, то есть основная масса выделенных номеров относилась к группе низкорослых растений (86–105 см). Практически все выделенные селекционные линии имели высокий уровень устойчивости к полеганию – 8–9 баллов (табл. 2).

Корреляционная зависимость между высотой растений и урожайностью варьировала по годам от очень слабой отрицательной ($r = -0,06$) в 2017 году до очень слабой ($r = +0,28$) в 2018 году.

Выделенные линии озимой пшеницы имели продуктивную кустистость в пределах от 2,5 до 3,2. Наиболее высокая продуктивная кустистость

(более 3,0 продуктивных стеблей на растение) отмечена у линий Л 34/18, Л 49/18, Л 37/18, Л 45/18, Л 48/18, Л 47/18.

Структура главного колоса имела существенные различия у изучаемых номеров. Длина колоса варьировала в пределах от 8,5 см (Л 49/18) до 11,2 см (Л 31/18).

У стандартного сорта Ангелина длина колоса составила 8,9 см. В колосе было сформировано от 32,6 до 42,5 шт. зёрен. Наибольшее их количество зафиксировано у линий Л 47/18 (42,5), Л 37/18 (41,9), Л 43/18 (41,6), Л 48/18 (41,6). Масса зерна с колоса варьировала от 1,73 г (Л 65/18) до 2,15 г (Л 34/18 и Л 37/18), у стандартного сорта она составила 1,93 г.

Основная масса номеров в опыте сформировали крупное зерно – масса 1000 зёрен у них была с колебаниями от 45,5 г (Л 47/18) до 53,5 г (Л 34/18). У стандартного сорта Ангелина она соста-

вила 47,3 г. Мелкозёрные образцы с массой 1000 зёрен менее 40 г в нашем опыте отсутствовали.

В результате исследований было установлено, что коэффициент продуктивной кустистости, масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен в некоторой степени повлияли на урожайность. Между этими показателями была установлена положительная корреляционная зависимость ($r = +0,43$; $r = +0,36$; $r = +0,36$ соответственно).

Все исследуемые сортообразцы озимой пшеницы относились к среднеспелой группе спелости. Перезимовка варьировала от 88,7% (Л 48/19) до 99,4% (Л 65/18). Зимостойкость стандартного сорта Ангелина составила 98,5%.

Использование современного исходного материала позволило резко увеличить результативность трансгрессивной селекции и получить новые линии с комплексной устойчивостью к наиболее распространённым болезням, которая

Таблица 1 – Элементы структуры урожайности сортов и перспективных номеров озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, 2016–2018 гг.

Название	Высота, см	Коэффициент продуктивной кустистости	Главный колос			Масса 1000 зёрен с колоса, г	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта, ±	
			Длина колоса, см	Масса зерна с колоса, г	Число зёрен с колоса, шт.				
Ангелина, стандарт	94	3,1	8,9	1,93	37,7	47,3	7,59	-	
Виола	89	2,9	10,3	2,06	39,4	51,1	7,52	-0,07	
Даная	102	2,9	10,1	1,84	37,1	49,6	7,86	+0,27	
Л 31/18	89	2,9	11,2	1,83	36,2	51,5	8,25	+0,66	
Л 34/18	86	3,1	9,15	2,15	39,4	53,5	8,34	+0,75	
Л 43/18	91	2,8	10,0	1,98	41,6	46,9	7,46	-0,13	
Л 65/18	93	2,5	9,9	1,73	38,7	46,2	7,45	-0,14	
Л 49/18	107	3,0	8,5	1,82	32,6	53,4	7,92	+0,33	
Л 37/18	107	3,1	10,2	2,15	41,9	50,1	7,82	+0,23	
Л 45/18	108	3,2	9,1	2,01	38,4	51,7	8,13	+0,54	
Л 51/18	91	2,8	9,8	1,98	37,9	51,8	7,5	-0,09	
Л 48/18	90	3,1	9,9	2,03	41,6	48,5	8,15	+0,56	
Л 36/18	107	2,8	9,4	1,98	40,6	48,6	7,59	0	
Л 47/18	94	3,1	9,9	2,03	42,5	45,5	8,08	+0,49	
Л 53/18	97	2,9	9,6	1,8	35,8	49,5	7,21	-0,38	
Среднее по опыту	90,8	2,7	9,2	1,9	36,5	46,7	7,4	x	
Коэффициент вариации, C_{vr} , %	8,6	7,4	7,6	5,6	7,4	5,4	5,4	x	
НСР _{0,05}	2016 г.	x	x	x	x	x	x	0,88	x
	2017 г.	x	x	x	x	x	x	0,65	x
	2018 г.	x	x	x	x	x	x	0,61	x

Таблица 2 – Показатели хозяйственно ценных признаков, стрессоустойчивости и стабильности перспективных номеров озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, 2016–2018 гг.

Название	Веgetационный период, дней	Перезимовка, %	Устойчивость к, балл				Стрессоустойчивость У2-У1	Индекс стабильности (L')	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), %
			полеганию	мучнистой росе	бурой ржавчине	септориозу			
Ангелина, стандарт	325	98,5	9,0	7,5	7,0	7,5	-1,38	8,2	100
Виола	321	98,7	9,0	7,0	8,5	7,0	-2,23	5,4	67,6
Даная	324	98,4	8,5	8,0	7,5	7,5	-2,17	5,6	70,8
Л 31/18	327	98,1	8,0	8,0	8,0	7,0	-1,26	10,5	139,3
Л 34/18	326	95,4	9,0	8,0	8,0	7,0	-2,70	5,1	68,1
Л 43/18	323	99,2	9,0	6,0	8,0	8,0	-0,90	12,9	159,5
Л 65/18	323	99,4	8,5	7,5	6,0	7,0	-2,49	5,0	63,3
Л 49/18	323	98,9	9,0	8,0	7,0	8,0	-1,52	8,0	101,9
Л 37/18	324	97,6	8,5	8,5	7,5	7,5	-2,50	3,9	44,5
Л 45/18	322	96,9	8,5	7,0	8,0	8,0	-1,26	10,5	137,2
Л 51/18	321	93,7	8,5	7,0	8,5	7,5	-1,51	7,3	88,0
Л 48/19	322	88,7	9,0	7,5	7,5	7,5	-2,18	5,9	77,4
Л 36/18	322	95,7	8,5	7,0	7,5	7,0	-2,06	4,1	65,4
Л 47/18	318	96,5	9,0	7,5	6,0	7,5	-1,68	6,7	84,9
Л 53/18	324	98,3	9,0	7,5	7,5	7,5	-3,03	3,6	44,7

сочетается с высокой продуктивностью и устойчивостью к полеганию.

Важнейшими факторами, влияющими на устойчивость и адаптивность растений, являются агроклиматические условия территории выращивания. Поэтому изучение динамики урожайности в зависимости от постоянно меняющихся погодных условиях может выявить наиболее ценные адаптивные сорта с наименьшими колебаниями урожайности, что позволит повысить экологическую стабильность озимого клина в различных регионах.

На основании проведённых исследований было установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу имеют линии Л 43/18 (-0,90) и Л 31/18, Л 45/18 (-1,26); самую низкую стрессоустойчивость – линии Л 53/18 (-3,03), Л 34/18 (-2,7), Л 65/18 (-2,49).

Образцы, приспособленные к данным условиям произрастания, обладают высоким индексом стабильности (L'). Максимальный индекс стабильности отмечен у линий Л 45/18 – 10,5, Л 31/18 – 10,5, Л 43/18 – 12,9. Это указывает на то, что данные линии оптимально подходят для выращивания в сельскохозяйственной зоне Рязан-

ской области. Самый низкий индекс стабильности имела линия Л 53/18 – 3,6.

В анализируемом нами опыте показатель уровня стабильности урожайности (ПУСС) изменялся от 44,5% у Л 37/18 до 159,5% у линии Л 43/18. ПУСС является комплексным показателем гомеостатичности, поскольку позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности и характеризует способность образца отзываться на улучшение условий выращивания, а при их ухудшении – поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Чем выше ПУСС, тем сорт лучше. Достоверно по уровню стабильности урожайности превысили стандарт линии Л 43/18 (159,5%), Л 31/18 (139,3%) и Л 45/18 (137,2%).

Выводы

Различия в селекционном прессинге обусловили соответствующие различия в тренде селекционного улучшения сортов озимой пшеницы по перечисленным выше признакам. На основании проведённых исследований в конкурсном сортоиспытании нами были выделены наиболее перспективные сортообразцы, способные формировать посева с высокими показателями

элементов структуры урожайности, высокой зимостойкостью, оптимальным вегетационным периодом, устойчивостью к полеганию и основным патогенным заболеваниям. Выделенные линии

Л 43/18, Л 31/18 и Л 45/18, помимо высоких вышеперечисленных показателей, обладают высокой пластичностью и стабильностью в условиях Рязанской области.

Литература

1. Ковтун, В.И. Урожайность и элементы структуры у сортообразцов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области [Текст] / В.И. Ковтун, О.В. Скрипка // Эволюция научных технологий в растениеводстве: в честь 90-летия со дня образования Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар, 2004. – Том 1. – С. 104–109.
2. Торок, Е.А. Метод анализа структуры урожая по З.А. Морозовой и его значение для селекционной практики [Текст] / Е.А. Торок, А.А. Торок // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 1. – С. 118–124.
3. Ковтун, В.И. Урожайность и элементы ее структуры у новых сортообразцов мягкой пшеницы [Текст] / В.И. Ковтун // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 43–44.
4. Долгодворова, Л.И. Селекция полевых культур на качество [Текст] / Л.И. Долгодворова. – М.: МСХА, 1995. – С. 25–67.
5. Писарев, В.Е. Селекция зерновых культур [Текст] / В.Е. Писарев. – М.: Колос, 1964. – 317 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст] / под ред. В.И. Головачева, Е.В. Кирилловской. – М., 1989. – 194 с.
7. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале [Текст]: метод. указания / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, В.Е. Зувев и др.: под ред. проф. А.Ф. Мережко. – СПб., 1999. – 82 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
9. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур [Текст] / А.А. Гончаренко // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
10. Грязнов, А.А. Селекция ячменя в Северном Казахстане [Текст] / А.А. Грязнов // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
11. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна [Текст] / Э.Д. Неттевич, А.И. Моргунов, М.И. Максименко // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
12. Ковтунов, В.В. Исходный материал для селекции сорго [Текст] / В.В. Ковтунов, С.И. Горпиниченко, Н.А. Беседа // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 2. – С. 76–80.
13. Марченко, Д.М. Семеноводство озимой пшеницы в Ростовской области [Текст] / Д.М. Марченко, Г.А. Филенко, Е.И. Некрасов // Достижения науки и техники в АПК. – 2016. – № 11. – С. 57–59.

References

1. Kovtun, V.I. Urozhajnost' i jelementy struktury u sortoobrazcov ozimoy mjagkoj pshenicy v uslovijah Rostovskoj oblasti [Tekst] / V.I. Kovtun, O.V. Skripka // Jevoljucija nauchnyh tehnologij v rastenievodstve: v chest' 90-letija so dnja obrazovanija Krasnodarskogo NIISH im. P.P. Luk'yanenko. – Krasnodar, 2004. – Tom 1. – S. 104–109.
2. Torok, E.A. Metod analiza struktury urozhaja po Z.A. Morozovoj i ego znachenie dlja selekcionnoj praktiki [Tekst] / E.A. Torok, A.A. Torok // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2009. – № 1. – S. 118–124.
3. Kovtun, V.I. Urozhajnost' i jelementy ee struktury u novyh sortoobrazcov mjagkoj pshenicy [Tekst] / V.I. Kovtun // Zemledelie. – 2014. – № 5. – S. 43–44.
4. Dolgodvorova, L.I. Selekcija polevyh kul'tur na kachestvo [Tekst] / L.I. Dolgodvorova. – M.: MSHA, 1995. – S. 25–67.
5. Pisarev, V.E. Selekcija zernovyh kul'tur [Tekst] / V.E. Pisarev. – M.: Kolos, 1964. – 317 s.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Tekst] / pod red. V.I. Golovacheva, E.V. Kirilovskoj. – M., 1989. – 194 s.
7. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, jegilopsa i tritikale [Tekst]: metod. ukazaniya / A.F. Merezko, R.A. Udachin, V.E. Zuev i dr.: pod red. prof. A.F. Merezko. – SPb., 1999. – 82 s.
8. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij [Tekst] / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.

9. Goncharenko, A.A. Ob adaptivnosti i jekologicheskoj ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur [Tekst] / A.A. Goncharenko // Vestnik Rossel'hoz akademii. – 2005. – № 6. – S. 49–53.
10. Gryaznov, A.A. Selekcija jachmenja v Severnom Kazahstane [Tekst] / A.A. Gryaznov // Vestnik RASHN. – 2005. – № 6. – S. 49–53.
11. Nettevich, Eh.D. Povyshenie jeffektivnosti otbora jarovoj pshenicy na stabil'nost' urozhajnosti i kachestva zerna [Tekst] / Eh.D. Nettevich, A.I. Morgunov, M.I. Maksimenko // Vestnik s.-h. nauki. – 1985. – № 1. – S. 66–73.
12. Kovtunov, V.V. Ishodnyj material dlja selekcii sorgo [Tekst] / V.V. Kovtunov, S.I. Gorpinichenko, N.A. Beseda // Vestnik agrarnoj nauki Dona. – 2010. – № 2. – S. 76–80.
13. Marchenko, D.M. Semenovodstvo ozimoj pshenicy v Rostovskoj oblasti [Tekst] / D.M. Marchenko, G.A. Filenko, E.I. Nekrasov // Dostizhenija nauki i tehniki v APK. – 2016. – № 11. – S. 57–59.

ОБЪЯВЛЕНИЕ

**В ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2019 году издано
электронное учебно-методическое пособие в двух частях**

«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

**Авторы В.В. Шмигель, А.С. Угловский
2 электрон. опт. диска (CD-R)**

В учебно-методическом пособии рассмотрены общие вопросы электроснабжения, представлены виртуальные лабораторные работы по дисциплине «Электроснабжение», разработанные в соответствии с программой курса для студентов бакалавриата по направлению «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК». Излагаемый материал сопровождается примерами и программами в Simulink, существенно облегчающими освоение курса электроснабжения.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов аграрных высших учебных заведений.

УДК 621.318; ББК 31.26; ISBN 978-5-98914-207-1

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58,
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru