

УРОЖАЙНОСТЬ И ЕЁ ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Захарова Н.Н., доктор сельскохозяйственных наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-30, nadejdazah@yandex.ru

Захаров Н.Г., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-68, agroec@yandex.ru

Браньков Н.Д., студент 3 курса
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, селекция, сорт, селекционная линия, урожайность, фенотипическая стабильность

Работа посвящена изучению в варьирующих условиях внешней среды урожайности и её фенотипической стабильности селекционных линий озимой мягкой пшеницы. Рассмотрены факторы, влияющие на урожайность культуры в зоне проведения исследований. Для селекционных линий озимой мягкой пшеницы номер 6, 7 и 32 установлено сочетание высокого уровня урожайности (5,51-5,72 т/га) и её фенотипической стабильности ($SF = 2,41-2,82$)

Введение. Урожайность является одним из главных показателей, характеризующих сорт любой сельскохозяйственной культуры. От уровня урожайности сорта зависят экономические показатели эффективности той или иной агротехнологии, растениеводческой отрасли в целом [1]. В реализации урожайности озимой мягкой пшеницы вносят вклад наследственные особенности возделываемого сорта, или генотип, условия среды и их взаимодействие (взаимодействие генотип-среда). Исследованиями, проведенными Н.Н. Захаровой в 2011-2016 гг., было установлено, что доминирующее влияние на урожайность озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья оказывают условия среды – вклад данного фактора составляет 77,8 %. Также весомым является вклад фактора «взаимодействие генотип-среда» – 13,3 % [2]. В силу того

обстоятельства, что условия внешней среды для озимой мягкой пшеницы в осенний, зимний и весенне-летний периоды её выращивания каждый раз складываются по-разному, фенотипически урожайность одного и того же генотипа может различаться.

Целью проведенных исследований было изучить урожайность селекционных линий озимой мягкой пшеницы в сортоиспытании ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, а также фенотипическую стабильность генотипов в проявлении этого показателя.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований послужили 10 селекционных линий озимой мягкой пшеницы различных комбинаций скрещивания, проходивших изучение в 2018-2023 гг. в сортоиспытании опытного поля ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. Стандартом в сортоизучении озимой мягкой пшеницы Ульяновской области принят сорт Фотинья.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый. Предшественник – чистый пар. Площадь делянки 12,0 м², повторность пятикратная. Посев осуществлялся в рекомендованные для исследуемой культуры сроки – с 25 августа по 5 сентября с нормой высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Сортоиспытания проводились согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Средняя урожайность озимой мягкой пшеницы в сортоиспытании за 6-и летний период 5,34 т/га (табл. 1). В 2018 г. исследований в реализации урожайности установлен отрицательный индекс условий среды (I_j) – -1,33 т/га. Причиной этому было небольшое выпревание и дефицит влаги в весенне-летний период вегетации исследуемой культуры. Наибольшую урожайность сформировали селекционные линии озимой мягкой пшеницы номер 7 и 32 – 4,25 и 4,42 т/га соответственно, в сравнении со стандартом 4,01 т/га (при НСР₀₅ = 0,18 т/га).

В 2019 г. исследований условия внешней среды в реализации продукционных возможностей культуры сложились также не совсем благоприятно, индекс условий среды (I_j) отрицательный – -2,05 т/га. Острый дефицит влаги осенью 2018 г. привёл к «рваным» всходам, растения озимой мягкой пшеницы не смогли в полной мере подготовиться к зиме. Зима была мягкая, без сильных морозов.

Стрессом для озимых культур явился перепад температуры в 30 °С в апреле. Весенне-летний период вегетации озимой мягкой пшеницы проходил при недостаточном увлажнении. В сложившихся условиях года исследований лидировали селекционные линии озимой мягкой пшеницы номер 10, 23 и 32 – с урожайностью 3,87-4,07 т/га, что на 1,13-1,33 т/га больше стандарта (при НСР₀₅= 0,12 т/га).

Таблица 1 – Урожайность селекционных линий озимой мягкой пшеницы, т/га

Сорт, селекционная линия	Год исследований						Среднее	± к станд.
	2018	2019	2020	2021	2022	2023.		
Фотинья, стандарт	4,01	2,74	7,20	2,86	8,31	6,60	5,29	-
6	4,02	3,31	9,00	3,22	8,71	6,05	5,72	+0,43
7	4,25	3,47	7,83	3,34	8,05	6,09	5,51	+0,22
10	4,05	4,05	7,29	3,08	5,01	5,99	4,91	-0,38
13	4,12	3,06	6,72	3,50	9,03	6,51	5,49	+0,20
17	4,02	3,39	7,05	2,45	8,58	5,10	5,10	-0,19
23	3,33	4,07	7,21	2,58	8,68	6,14	5,34	+0,05
25	4,05	3,02	7,52	2,90	8,48	5,89	5,31	+0,02
32	4,42	3,87	8,68	3,08	7,94	6,07	5,68	+0,39
62	4,02	3,05	7,73	3,22	7,50	6,09	5,27	-0,02
69	3,78	2,12	7,81	2,26	8,48	6,02	5,08	-0,21
Среднее	4,01	3,29	7,64	2,95	7,99	6,07	5,34	+0,05
Индекс среды, I _f , т/га	-1,33	-2,05	+2,30	-2,39	+2,65	+0,73	-	-
НСР ₀₅ , балл	0,18	0,12	0,17	0,14	0,17	0,16	-	-

Благоприятно сложившиеся условия в осенний, зимний и ранневесенний периоды 2019-2020 гг. исследований способствовали интенсивному кущению и отличной перезимовке озимой мягкой пшеницы. В сочетании с хорошей влагообеспеченностью весенне-летнего периода вегетации это способствовало реализации продукционных возможностей культуры. Индекс условий среды (I_f) положительный – +2,30 т/га. Урожайность сорта-стандарта составила 7,20 т/га при среднем значении анализируемого показателя в опыте 7,64 т/га. Наивысшей урожайностью в исследуемом году характеризовалась селекционная линия номер 6 – 9,0 т/га, что свидетельствует о высоком урожайном потенциале культуры. Высокую урожайность сформировала также селекционная линия номер 32 –

8,68 т/га, что на 1,48 т/га больше в сравнении со стандартом НСР₀₅ = 0,17 т/га.

В 2021 г. отмечена самая низкая урожайность озимой мягкой пшеницы в сравнении с другими годами исследований – 2,95 т/га (I_j – 2,39 т/га). Растения озимой мягкой пшеницы испытывали дефицит влаги в осенний и весенне-летний период вегетации. Итогом зимнего периода было небольшое выпревание, также отрицательно сказавшееся на величине урожайности. Наибольшую урожайность в сортоиспытании показала селекционная линия номер 13 – 3,50 т/га, в сравнении со стандартом Фотинья 2,86 т/га (НСР₀₅ = 0,14 т/га). Также превысили стандарт по урожайности на 0,36-0,48 т/га селекционные линии номер 6, 7, 62.

Хорошие запасы влаги, оставшиеся после таяния снега в 2022 г, а также увлажнение за счет майских осадков в значительной степени компенсировали дефицит осеннего кушения в 2021 г. Вегетация озимой мягкой пшеницы была максимально полной, что положительно сказалось на её продукционном процессе, несмотря на полегание. Средняя урожайность культуры в сортоиспытании даже при зимостойкости 3,9 балла составила 7,99 т/га (I_j = +2,65 т/га). Урожайность стандарта составила 8,31 т/га. Лидировала по урожайности селекционная линия номер 13 – её урожайность 9,03 т/га, превысившая стандарт Фотинья на 0,82 т/га (НСР₀₅ = 0,16 т/га). Также превысили стандарт по анализируемому показателю селекционные линии номер 6, 17, 23, 25, 69 с урожайностью 8,48-8,71 т/га.

Осенью 2022 г. было засушливо, что отрицательно сказалось на подготовке растений озимой мягкой пшеницы к зиме. Итогом зимнего периода было выпревание, а также склеротиниоз (возб. *Whetzelinia borealis* M.), вызвавший гибель около 10 % растений. Лимитирующим фактором в весенне-летний период вегетации культуры явилась влага. Также отмечался некоторый дефицит тепла, что способствовало удлинению вегетационного периода исследуемой культуры (уборка в конце июля) и положительно отразилось на урожайности озимой мягкой пшеницы (I_j = +0,73 т/га). Средняя урожайность культуры 6,07 т/га при урожайности стандарта 6,60 т/га. Высокой урожайностью характеризовалась селекционная линия озимой мягкой пшеницы номер

13 – 6,51 т/га, что несущественно меньше на 0,09 т/га стандарта ($HCp_{05} = 0,16$ т/га).

В ранжированном по урожайности перечне озимых пшениц за весь период исследований по урожайности лидирует селекционная линия озимой мягкой пшеницы номер 6 – 5,72 т/га, что на 0,43 т/га превышает значение анализируемого показателя стандарта (табл. 2).

Таблица 2 – Ранжирование урожайности и фенотипическая стабильность селекционных линий озимой мягкой пшеницы, 2018-2023 гг.

Сорт, селекционная линия	Урожайность, т/га			Фенотипическая стабильность, SF
	среднее	лимиты	+/- к стандарту	
6	5,72	3,22-8,71	+0,43	2,70
32	5,68	3,08-8,68	+0,39	2,82
7	5,51	3,34-8,05	+0,22	2,41
13	5,49	3,06-9,03	+0,20	2,95
23	5,34	2,58-8,68	+0,05	3,36
25	5,31	2,90-8,48	+0,02	2,92
Фотинья, стандарт	5,29	2,74-8,31	-	3,03
62	5,27	3,05-7,73	-0,02	2,53
17	5,10	2,45-8,58	-0,19	3,50
69	5,08	2,12-8,48	-0,21	4,00
10	4,91	3,08-7,29	-0,38	2,34
Среднее	5,34	2,95-7,99	+0,05	2,71

Показатель фенотипической стабильности (SF), как параметр экологической адаптивности используется для оценки способности того или иного генотипа создавать различный (узкий или широкий) диапазон фенотипов в меняющихся условиях среды [4, 5]. Он определяется отношением наиболее высокого значения признака генотипа к самому низкому в варьирующих условиях среды. При $SF = 1$ генотип характеризуется максимальной фенотипической стабильностью, так как при выращивании его в разных средах признаки остаются константными [6]. Относительно высокая экологическая буферность по урожайности установлена для селекционных линий озимой мягкой пшеницы номер 6, 7, 10, 13, 25, 32, 62 – их фенотипическая стабильность (SF) = 2,34-2,95 при значении данного показателя сорта-стандарта Фотинья – $SF = 3,03$. Низкая фенотипическая стабильность урожайности установлена у селекционных линий озимой мягкой

пшеницы номер 17 и 69 – $SF = 3,50-4,00$.

Следует выделить селекционные линии озимой мягкой пшеницы номер 7, 32 и 6, которые сочетают высокие уровни урожайности – 5,72, 5,68 и 5,51 т/га соответственно и её фенотипической стабильности – $SF = 2,70, 2,82$ и $2,41$ соответственно.

Заключение. Таким образом, в ходе проведённых исследований установлены факторы, лимитирующие урожайность озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья. Проведено ранжирование селекционных линий озимой мягкой пшеницы по урожайности, выделены селекционные линии 7, 32 и 6, сочетающие высокую урожайность (5,51-5,72 т/га) и её фенотипическую стабильность ($SF = 2,41-2,82$).

Библиографический список:

1. Леонов, В.А. Совершенствование организационно-экономических условий интенсификации в зерновом производстве: монография / В.А. Леонов. – Москва: Проспект, 2017. – 112 с.
2. Захарова, Н. Н. Основы адаптивной селекции озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: монография / Н. Н. Захарова, В. А. Исайчев, Н. Г. Захаров. – Ульяновск: Издательство Ульяновского ГАУ, 2022. – 216 с. – ISBN 978-5-6046667-9-1.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 194 с.
4. Lewis, D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability / D. Lewis // Heredity. – 1954. – В. 8. – № 3. – P. 333-356.
5. Кривобочек, В.Г. Экологическое варьирование и фенотипическая стабильность урожайности сортов озимой и яровой мягкой пшеницы в лесостепи среднего Поволжья / В.Г. Кривобочек, С.В. Косенко, И.Ф. Демина // Нива Поволжья. – 2019. – № 3 (52). – С. 16-21.
6. Гончаренко, А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции / А.А. Гончаренко // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2 (44). – С. 31-36.

**PRODUCTIVITY AND ITS PHENOTYPIC STABILITY OF
BREEDING LINES OF WINTER SOFT WHEAT IN THE
CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE
VOLGA REGION**

Zakharova N.N., Zakharov N.G.

Keywords: *winter soft wheat, breeding, variety, breeding line, yield, phenotypic stability*

The work is devoted to the study of the yield and its phenotypic stability of breeding lines of winter soft wheat under varying environmental conditions. The factors influencing the crop yield in the research area are considered. A combination of a high yield level (5.51 -5.72 t/ha) and its phenotypic stability ($SF = 2.41-2.82$) was established for the breeding lines of winter soft wheat 6, 7 and 32