

УДК 633.11:631.52

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-74-78>

Оригинальное исследование/Original research

Кравченко Н.С.,
Подгорный С.В.,
Вожжова Н.Н.

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Науч-
ный городок 3.

vnizk30@mail.ru, ninakravchenko78@mail.ru

Ключевые слова: сорт, озимая мягкая пшеница, источники хозяйственно полезных признаков, генотип, условия выращивания, масса 1000 зерен, экологическая пластичность, стабильность, гомеостатичность, коэффициент вариации, селекционная ценность

Для цитирования: Кравченко Н.С., Подгорный С.В., Вожжова Н.Н. Изучение адаптивных свойств исходного материала озимой мягкой пшеницы по признаку «масса 1000 зерен». Аграрная наука. 2021; 344 (1): 74–78.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-74-78>

Конфликт интересов отсутствует

Nina S. Kravchenko,
Sergey V. Podgorny,
Nataliya N. Vozzhova

FSBSI "Agricultural Research Center
"Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd,
Nauchny Gorodok Str., 3.
vnizk30@mail.ru, ninakravchenko78@mail.ru

Key words: variety, winter bread wheat, sources of economically valuable traits, genotype, growing conditions, 1000-grain weight, ecological adaptability, stability, homeostaticity, coefficient of variation, breeding value

For citation: Kravchenko N.S., Podgorny S.V., Vozzhova N.N. The study of the adaptive properties of the initial material of winter bread wheat according to the trait '1000-grain weight'. Agrarian Science. 2021; 344 (1): 74–78. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-74-78>

There is no conflict of interests

Изучение адаптивных свойств исходного материала озимой мягкой пшеницы по признаку «масса 1000 зерен»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из актуальных направлений в селекции озимой пшеницы является адаптивное улучшение, усиление способности сортов проявлять максимальную продуктивность в определенных экологических условиях.

Методы. Объектом исследований были 290 образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции отечественной и зарубежной селекции. Для расчетов параметров адаптивности сортов по признаку «масса 1000 зерен» были отобраны образцы в количестве 31, выделенные по нескольким хозяйственно ценным признакам. В качестве стандарта использовали сорт Ермак.

Результаты. В результате проведенных исследований выделены образцы коллекционного питомника с разными адаптивными свойствами. Образцы с b_i выше 1: Slavna ($S_i^2 = 3,01$), Чорнява ($S_i^2 = 5,64$), Этана ($S_i^2 = 5,64$), можно отнести к сортам интенсивного типа. Образцы, у которых b_i ниже 1: Ермак ($b_i = 0,93$), Л 19578 ($b_i = 0,42$), Симонида ($b_i = 0,21$) и другие, можно отнести к экстенсивным. К пластичным и высокоадаптированным относились образцы: Vinnichanka ($b_i = -0,07$), Zlatka ($b_i = -0,71$), Ling Xing 99 ($b_i = -0,26$) и Сейлор ($b_i = -1,22$). Наиболее стабильными по признаку «масса 1000 зерен» были образцы: Vinnichanka ($S_i^2 = 0,74$), EistanzueLo Benteveo ($S_i^2 = 0,82$) и Zhong Ping 1597 ($S_i^2 = 0,23$). Высокой гомеостатичностью характеризовались: Zhong Ping 1597 ($Hom = 12119,6$), Shestopalivka ($Hom = 3703,3$) и другие. Максимальные значения селекционной ценности отмечены у сортов: Ling Xing 99 ($Sc = 47,4$), Zhong Ping 1597 ($Sc = 46,5$), Shestopalivka ($Sc = 46,3$), EistanzueLo Benteveo ($Sc = 46,3$), Л 19578 ($Sc = 46,3$) и Актер ($Sc = 45,0$). Выделенные генотипы рекомендуем вовлекать в скрещивания для создания высокоурожайных сортов адаптированных к условиям южной зоны Ростовской области.

The study of the adaptive properties of the initial material of winter bread wheat according to the trait '1000-grain weight'

ABSTRACT

Introduction. One of the urgent direction in winter wheat breeding is to improve its adaptability, enhance the ability of varieties to give maximum productivity under certain environmental conditions.

Methods. The objects of research were 290 samples of winter bread wheat of various ecological and geographical origin taken from the world collection of domestic and foreign selection. In order to estimate the adaptability parameters of the varieties according to the trait '1000-grain weight' there have been selected 31 samples, in accordance with several economically valuable traits. The variety 'Ermak' was used as a standard variety.

Results. The study has resulted in the identification of the collection samples with different adaptive properties. The samples with $b_i > 1$ 'Slavna' ($S_i^2 = 3.01$), 'Chornyava' ($S_i^2 = 5.64$), 'Etana' ($S_i^2 = 5.64$) can be classified as the varieties of intensive type. The samples with $b_i < 1$ 'Ermak' ($b_i = 0.93$), 'L 19578' ($b_i = 0.42$), 'Simonida' ($b_i = 0.21$) can be classified as the varieties of extensive type. The samples 'Vinnichanka' ($b_i = -0.07$), 'Zlatka' ($b_i = -0.71$), 'Ling Xing 99' ($b_i = -0.26$) and 'Sailor' ($b_i = -1.22$) were identified as adaptable and highly adapted. The samples 'Vinnichanka' ($S_i^2 = 0.74$), 'EistanzueLo Benteveo' ($S_i^2 = 0.82$), and 'Zhong Ping 1597' ($S_i^2 = 0.23$) showed their stability of the trait '1000 grain weight'. The samples 'Zhong Ping 1597' ($Hom = 12119.6$), 'Shestopalivka' ($Hom = 3703.3$) and others were characterized by high homeostaticity. The maximum breeding value were identified in the varieties 'Ling Xing 99' ($Sc = 47.4$), 'Zhong Ping 1597' ($Sc = 46.5$), 'Shestopalivka' ($Sc = 46.3$), 'EistanzueLo Benteveo' ($Sc = 46.3$), 'L 19578' ($Sc = 46.3$) and 'Akter' ($Sc = 45.0$). The identified genotypes have been recommended to be used into crossings to develop highly productive varieties adapted to the conditions of the southern part of the Rostov region.

Поступила: 14 декабря
После доработки: 11 января
Принята к публикации: 11 января

Received: 14 december
Revised: 11 january
Accepted: 11 january

Введение

В селекционных программах под постоянным контролем находится сочетание высокой урожайности, качества зерна, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам с высокой сортовой пластичностью и адаптивностью, что обеспечивает наиболее полную реализацию генетического потенциала озимой пшеницы. Среди актуальных направлений доминирует адаптивное улучшение, усиление способности сортов проявлять максимальную продуктивность в определенных экологических условиях [1].

Успешная реализация этой проблемы возможна лишь при широком использовании мирового разнообразия сортов озимой мягкой пшеницы. Широкое использование мировой коллекции для подбора родительских пар является основой селекции [2].

Большинство селекционно-ценных признаков относится к категории количественных, каждый из которых контролируется сложной генетической системой. Формирование отдельного признака «массы 1000 зерен» в процессе онтогенеза, происходит под влиянием различных факторов: окружающей среды, генотипа и их взаимодействия. В практической селекционной работе нередко наблюдают высокую фенотипическую изменчивость признака одного и того же генотипа при выращивании в разных условиях. Поэтому при подборе родительских форм важно учитывать выраженность и изменчивость признаков.

Масса 1000 зерен — один из компонентных составляющих урожайности, входит в группу основных признаков, по которым ведется селекция пшеницы. Кроме того, масса зерновки наряду с ее выполненностью является признаком качества зерна, во многом определяя его мукомольные свойства [3].

Крупность зерна незначительно подвержена влиянию условий внешней среды, кроме того, является одним из наиболее доступных элементов структуры урожая для проведения отбора.

Знание статистических параметров зависимости массы 1000 зерен от условий среды и адаптивных особенностей сортов позволит более целенаправленно подбирать исходный материал для создания генотипов с высоким урожаем зерна. Поэтому расширенное и углубленное изучение коллекции, направленное на выявление новых источников и доноров селекционно-ценных признаков пшеницы, представляет собой важную и актуальную задачу [4].

В связи с этим цель исследований — изучить фенотипическую изменчивость признака «масса 1000 зерен» и оценить исходный материал озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности, стабильности, гомеостатичности и селекционной ценности. Выделить наиболее ценные для вовлечения в селекционный процесс по данному признаку.

Методика

Объектом исследований были 290 образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИГРР им. Н.И. Вавилова отечественной и зарубежной селекции. Для расчетов параметров адаптивности сортов по признаку «масса 1000 зерен» были отобраны образцы в количестве 31, выделившиеся по нескольким хозяйственно ценным признакам. В качестве стандарта использовали сорт Ермак.

Полевые опыты проводили в 2016–2018 годах в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику черный пар.

Почва опытного поля — чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный. Для него характерна высокая карбонатность (от 2,5 до 4,0% CaCO_3 в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см)). Содержание гумуса — 3,6–4,0%; подвижного фосфора — 20–23 мг/кг; обменного калия — 300–380 мг/кг почвы. Климат зоны характеризуется полусухим жарким летом и умеренно мягкой зимой. Сумма положительных температур за период вегетации в среднем составляет 3450 °С, среднегодовая температура 9,7 °С; среднемноголетнее количество осадков — 588,8 мм, в том числе за вегетацию озимой пшеницы — 480,5 мм. 2016–2018 годы характеризовались благоприятными погодными условиями для формирования высокого урожая озимой мягкой пшеницы. Налив и созревание зерна протекали при среднесуточной температуре воздуха от 20,0–22,3 °С и относительной влажности 50–65%, что способствовало получению крупного выполненного зерна.

Массу 1000 зерен определяли по методике государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова [5] с использованием программы AgStat. Показатели экологической пластичности (b_i — коэффициент регрессии) и стабильности (S_i^2 — среднее квадратическое отклонение фактических показателей массы 1000 зерен от теоретических ожидаемых) проводили по методикам Eberhart S.A., Russel W.A. [6] методической версии В.А. Зыкина [7]. Показатель гомеостатичности (Hom) и селекционную ценность (Sc) вычисляли по В.В. Хангильдину [8].

Результаты

Взаимодействия и взаимосвязи генотипа и среды разнообразны и сложны по характеру и степени проявления. Генотипы могут различаться между собой специфичными фенотипическими особенностями. Для установления факта наличия взаимодействия «генотип-среда» для совокупности изучаемых сортов был проведен дисперсионный анализ.

Полученные результаты двухфакторного дисперсионного анализа свидетельствуют, что дисперсия взаимодействия «генотип-среда (год)» достоверно превышает значение дисперсии (ошибки). Это доказывает то, что генотипы по-разному реагируют на изменение климатических условий (таблица 1).

Расчет долей воздействия факторов на массу 1000 зерен показывает, что изменчивость данного признака в наибольшей степени обусловлена генотипом (82,16%) и взаимодействием генотип-среда (10,036%). Вклад фактора В (год исследований) составил 2,105%.

Для характеристики условий выращивания рассчитаны индексы условий среды (I_j). Лучшие условия для формирования признака «масса 1000 зерен» сложились в 2017 году, индекс условий среды был положительным $I_j = 1,0$. В 2016 и в 2018 годах отмечены неблагоприятные условия, индексы среды были отрицательными $I_j = -0,4$ и $I_j = -0,6$, соответственно (табл. 2).

В среднем за годы исследований значения массы 1000 зерен в зависимости от сортовых особенностей варьировали от 35,3 г (Wisdom) до 49,7 г (Ling Xing 99). Максимальными значениями признака характеризовались сорта: Ling Xing 99 (49,7 г), Л 19578 (48,6 г) и EistanzueLo Benteveo (48,0 г).

При расчете коэффициента регрессии (b_i) были определены генотипы с отрицательной регрессией на условия среды: Vinnichanka ($b_i = -0,07$), Zlatka ($b_i = -0,71$),

Ling Xing 99 ($b_i = -0,26$) и Сейлор ($b_i = -1,22$) (таблица 3).

Такие генотипы являются пластичными, так как высоко адаптированы в среде лимитированной и слабо адаптированы в безлимитных средах [9, 10].

Определены сорта, у которых b_i выше 1: Slavna ($S_i^2 = 3,01$), Чорнява ($S_i^2 = 5,64$), Этана ($S_i^2 = 5,64$), это свидетельствует о прогрессивном увеличении массы 1000 зерен под влиянием улучшения условий выращивания.

Выделены образцы, с b_i ниже 1: Ермак ($b_i = 0,93$), Л 19578 ($b_i = 0,42$), Симонида ($b_i = 0,21$), Warwik ($b_i = 0,54$), Wisdom ($b_i = 0,97$), Zhong Ping 1597 ($b_i = 0,10$), Fuimai 5 ($b_i = 0,41$), Актер ($b_i = 0,90$), MV 15–04 ($b_i = 0,92$), GK Cipo ($b_i = 0,62$), Фиделиус ($b_i = 0,35$), Тацитус ($b_i = 0,39$) и EistanzueLo Benteveo ($b_i = 0,82$), которые формировали более высокую массу 1000 зерен при неблагоприятных условиях. У оставшихся генотипов при любом уровне изменение массы 1000 зерен будет в точности следовать за изменением условий среды.

Чем меньше величина S_i^2 — дисперсия отклонения от линии регрессии, тем более устойчив признак во времени и в пространстве. Выделены генотипы: Vinnichanka ($S_i^2 = 0,74$), EistanzueLo Benteveo ($S_i^2 = 0,82$) и Zhong Ping 1597 ($S_i^2 = 0,23$), которые характеризовались стабильностью массы 1000 зерен. У основного количества изучаемых сортов наблюдались высокие значения S_i^2 , что свидетельствует о низкой стабильности признака.

Для оценки общей гомеостатичности вычисляется значение Hom , показывающее, какая величина признака приходится на единицу его изменчивости. Чем больше величина признака, тем стабильнее генетическая система устойчивости растений [11].

Расчёт гомеостатичности по методике В. В. Хангильдина позволяет оценить изучаемые генотипы на экологическую пластичность с высокой достоверностью с проведением несложных математических вычислений [12].

Значения Hom были высокими у всего набора сортов и варьировали от 38,1 (Чорнява) до 12119,6 (Zhong Ping 1597), что свидетельствует о высокой гомеостатичности сортов по признаку «масса 1000 зерен». Максимальные значения Hom определены у сортов: Zhong Ping 1597 ($Hom = 12119,6$),

Таблица 1. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа массы 1000 зерен озимой пшеницы

Table 1. Two-factor ANOVA results of '1000 grain weight' of winter wheat

Источник вариации	SS	Df	MS	$F_{факт}$	$F_{таб095}$	Доля вклада фактора, %
Фактор А (сорт)	3128,406	30	104,2802	44,21524	1,6	82,16
Фактор В (год)	80,15424	2	40,07712	16,99286	3,1	2,105
Взаимодействие АВ	382,149	60	6,36915	2,70055	1,5	10,036

Примечание. SS — сумма квадратов отклонений, Df — число степеней свободы, MS — дисперсия, $F_{факт}$ — фактическое значение отношения Фишера, $F_{таб095}$ — табличное значение отношения Фишера.

Таблица 2. Масса 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы коллекционного питомника, 2016–2018 годы

Table 2. '1000 grain weight' of the collection winter bread wheat varieties, 2016–2018

Сорт	Происхождение	Масса 1000 зерен, г			
		2016 год	2017 год	2018 год	Среднее, x_i
Ермак, стандарт	Россия	46,5	46,9	44,7	46,0
Л 19578	Россия	49,6	48,9	47,3	48,6
Vinnichanka	Украина	42,6	43,2	43,8	43,2
Shestopalivka	Украина	46,8	47,9	47,4	47,4
Slavna	Украина	40,2	45,9	41,8	42,6
Чорнява	Украина	43,6	50,6	40,4	44,9
Симонида	Сербия	45,4	43,4	41,4	43,4
Zlatka	Сербия	41,9	39,3	39,4	40,2
NS 405/00	Сербия	37,5	39,5	37,7	38,2
№42 CIMMYT	США	35,8	36,9	35,0	35,9
KS 96 WGRC 37	США	35,7	38,2	36,3	36,7
Warwik	Канада	42,4	42,9	41,8	42,4
Webster	Канада	38,4	39,4	36,3	38,0
Wisdom	Канада	35,9	36,2	33,9	35,3
Zhong Ping 1597	Китай	47,4	47,2	46,8	47,1
Fuimai 5	Китай	46,7	46,1	44,6	45,8
Ling Xing 99	Китай	51,1	49,3	48,7	49,7
Актер	Германия	46,1	47,4	45,9	46,5
Этана	Германия	40,0	44,2	40,9	41,7
Cubus	Германия	35,0	38,8	37,7	37,2
MV 15–04	Венгрия	43,1	43,3	41,1	42,5
GK Cipo	Венгрия	41,3	42,5	41,7	41,8
GK HoLlo	Венгрия	34,1	37,7	35,2	35,7
№71 CIMMIT	Румыния	47,7	48,5	44,8	47,0
Фиделиус	Австрия	40,0	43,0	44,2	42,4
Тацитус	Австрия	38,0	41,6	43,1	40,9
CO 911	Франция	41,4	42,8	39,7	41,3
Сейлор	Франция	41,3	40,5	43,2	41,7
Бомбус	Франция	36,0	39,5	39,1	38,2
Дагмар	Франция	41,2	45,7	44,2	43,7
EistanzueLo Benteveo	Уругвай	48,2	48,8	47,1	48,0
НСР _{0,5}	-	-	-	-	3,06
Среднее, x_j	-	42,0	43,4	41,8	42,4
Индекс условий, I_j	-	-0,4	1,0	-0,6	-

Таблица 3. Характеристика образцов озимой пшеницы по параметрам адаптивности признака «масса 1000 зерен», 2016–2018 гг.

Table 3. Characteristics of the winter wheat samples according to the adaptability parameters of the trait '1000 grain weight', 2016–2018

Сорт	Параметры адаптивности						
	min	max	C_V , %	b_i	S_i^2	Hom	Sc
Ермак, стандарт	44,7	46,9	2,5	0,93	6,97	821,9	43,9
Л 19578	47,3	49,6	2,4	0,42	3,63	871,0	46,3
Vinnichanka	42,6	43,8	1,4	-0,07	0,74	2592,0	42,0
Shestopalivka	46,8	47,9	1,2	0,48	1,71	3703,3	46,3
Slavna	40,2	45,9	6,8	3,01	61,08	110,0	37,4
Чорнява	40,4	50,6	11,6	5,64	208,8	38,1	35,8
Симонида	41,4	45,4	4,6	0,21	8,22	235,4	39,6
Zlatka	39,3	41,9	3,6	-0,71	6,73	427,1	37,7
NS 405/00	37,5	39,5	2,8	1,18	9,04	691,0	36,3
№42 CIMMYT	35,0	36,9	2,7	1,02	6,87	696,3	34,0
KS 96 WGRС 37	35,7	38,2	3,6	1,38	12,76	406,9	34,3
Warwik	41,8	42,9	1,3	0,54	2,05	2962,8	41,3
Webster	36,3	39,4	4,2	1,43	14,91	294,9	35,0
Wisdom	33,9	36,2	3,6	0,97	7,76	422,3	33,1
Zhong Ping 1597	46,8	47,4	0,6	0,10	0,23	12119,6	46,5
Fuimai 5	44,6	46,7	2,4	0,41	3,14	923,5	43,7
Ling Xing 99	48,7	51,1	2,5	-0,26	3,46	821,7	47,4
Актер	45,9	47,4	1,8	0,90	5,30	1767,4	45,0
Этана	40,0	44,2	5,3	2,34	36,44	187,2	37,7
Cubus	35,0	38,8	5,3	1,42	17,55	184,2	33,5
MV 15–04	41,1	43,3	2,9	0,90	7,00	656,1	40,3
GK Cipo	41,3	42,5	1,5	0,62	2,59	2386,8	40,7
GK HoLLo	34,1	37,7	5,2	1,88	24,06	191,5	32,3
№71 CIMMIT	44,8	48,5	4,1	1,60	20,03	306,7	43,4
Фиделиус	40,0	44,2	5,1	0,35	9,98	197,7	38,4
Тацитус	38,0	41,6	6,4	0,39	14,52	125,1	36,1
СО 911	41,4	42,8	3,7	1,51	15,74	363,3	38,3
Сейлор	41,3	40,5	3,3	-1,22	11,13	463,6	39,1
Бомбус	36,0	39,5	5,0	1,07	12,89	217,6	34,8
Дагмар	41,2	45,7	5,2	1,73	24,99	186,7	39,4
EistanzueLo Benteveo	47,1	48,8	1,8	0,82	4,83	1507,5	46,3

Примечание: min — минимальное значение признака, max — максимальное значение признака, b_i — экологическая пластичность, S_i^2 — дисперсия стабильности, Hom — гомеостатичность, Sc — селекционная ценность

Таблица 4. Взаимосвязь между параметрами адаптивности озимой пшеницы по массе 1000 зерен

Table 4. The correlation between the adaptability parameters of winter wheat according to the trait '1000 grain weight'

Признак	Масса 1000 зерен, г (2016–2018)	C_V , %	b_i	S_i^2	Hom	Sc
Масса 1000 зерен, г (2016–2018)	1,000	-	-	-	-	-
C_V , %	-0,246	1,000	-	-	-	-
b_i	-0,117	0,740*	1,000	-	-	-
S_i^2	0,032	0,825*	0,845*	1,000	-	-
Hom	0,338	-0,511*	-0,257	-0,211	1,000	-
Sc	0,933*	-0,577*	-0,371*	-0,277	0,480*	1,000

Примечание: C_V , % — коэффициент вариации; b_i — экологическая пластичность, S_i^2 — дисперсия стабильности, Hom — гомеостатичность, Sc — селекционная ценность; * корреляции значимы на уровне $p < 0,05000$

Shestopalivka ($Hom = 3703,3$), Warwik ($Hom = 2962,8$), Vinnichanka ($Hom = 2592,0$), GK Cipo ($Hom = 2386,8$), Актер ($Hom = 1767,4$), EistanzueLo Benteveo ($Hom = 1507,5$).

Проявление высокой гомеостатичности свидетельствует о стабильности признака в широком смысле, то есть с меньшей вариабельностью при разных условиях произрастания, что полностью согласуется с результатами расчёта коэффициента вариации. Значения коэффициента вариации были низкими от 0,6 % (Zhong Ping 1597) до 6,4 % (Slavna), исключение составил сорт Чорнява, у которого отмечено среднее варьирование массы 1000 зерен ($C_V = 11,6$ %).

Для практической селекции существенное значение имеет расчёт показателя селекционной ценности (Sc). Чем выше значение этого параметра, тем более ценным в селекционном плане является сорт [13]. Максимальные значения селекционной ценности отмечены у сортов: Ling Xing 99 ($Sc = 47,4$), Zhong Ping 1597 ($Sc = 46,5$), Shestopalivka ($Sc = 46,3$), EistanzueLo Benteveo ($Sc = 46,3$), Л 19578 ($Sc = 46,3$) и Актер ($Sc = 45,0$). Для выявления взаимосвязи между параметрами адаптивности был проведён корреляционный анализ (табл. 4).

В результате корреляционного анализа выявлена значимая сильная положительная взаимосвязь массы 1000 зерен и селекционной ценности (Sc) ($r = 0,933$), это свидетельствует о том, что высокие значения массы 1000 зерен положительно влияют на высокую выраженность селекционной ценности.

Между коэффициентом вариации и гомеостатичностью установлена значимая средняя отрицательная связь ($r = -0,511$), что свидетельствует об уменьшении изменчивости признака с повышением гомеостатичности. Выявлена значимая средняя отрицательная связь между коэффициентом вариации и селекционной ценностью ($r = -0,577$). Определены сильные значимые положительные связи коэффициента вариации с экологической пластичностью ($r = 0,740$) и со стабильностью ($r = 0,825$). Установлена значимая сильная связь между экологической пластичностью и стабильностью ($r = 0,845$). Между гомеостатичностью и селекционной ценностью определена значимая положительная средняя связь ($r = 0,480$).

Выводы

В результате проведенных исследований выделены образцы коллекционного питомника с разными адаптивными свойствами.

1. Определены образцы с b_i выше 1: Slavna ($S_i^2 = 3,01$), Чорнява ($S_i^2 = 5,64$), Этана ($S_i^2 = 5,64$), которые можно отнести к сортам интенсивного типа.

2. Выделены образцы, у которых b_i ниже 1: Ермак ($b_i = 0,93$), Л 19578 ($b_i = 0,42$), Симонида ($b_i = 0,21$), Warwik ($b_i = 0,54$), Wisdom ($b_i = 0,97$), Zhong Ping 1597 ($b_i = 0,10$), Fuimai 5 ($b_i = 0,41$), Актер ($b_i = 0,90$), MV 15-04 ($b_i = 0,92$), GK Cipo ($b_i = 0,62$), Фиделиус ($b_i = 0,35$), Тацитус ($b_i = 0,39$) и EistanzueLo Benteveo ($b_i = 0,82$), которые можно отнести к экстенсивным.

3. К пластичным и высокоадаптированным в лимитированной среде можно отнести образцы: Vinnichanka ($b_i = -0,07$), Zlatka ($b_i = -0,71$), Ling Xing 99 ($b_i = -0,26$) и Сейлор ($b_i = -1,22$).

4. Наиболее стабильными по признаку «масса 1000 зерен» были образцы: Vinnichanka ($S_i^2 = 0,74$), EistanzueLo Benteveo ($S_i^2 = 0,82$) и Zhong Ping 1597 ($S_i^2 = 0,23$), которые характеризовались стабильностью массы 1000 зерен.

5. Высокой гомеостатичностью характеризовались: Zhong Ping 1597 ($Hom = 12119,6$), Shestopalivka ($Hom = 3703,3$), Warwik ($Hom = 2962,8$), Vinnichanka ($Hom = 2592,0$), GK Cipo ($Hom = 2386,8$), Актер ($Hom = 1767,4$), EistanzueLo Benteveo ($Hom = 1507,5$).

6. Максимальные значения селекционной ценности отмечены у сортов: Ling Xing 99 ($Sc = 47,4$), Zhong Ping 1597 ($Sc = 46,5$), Shestopalivka ($Sc = 46,3$), EistanzueLo Benteveo ($Sc = 46,3$), Л 19578 ($Sc = 46,3$) и Актер ($Sc = 45,0$).

7. Выделенные генотипы рекомендуем вовлекать в скрещивания для создания высокоурожайных сортов, адаптированных к условиям южной зоны Ростовской области.

ЛИТЕРАТУРА

- Хлесткина Е. К., Журавлева Е. В., Пшеничникова Т. А., Усенко Н. И., Морозова Е. В., Осипова С. В., Пермякова М. Д., Афонников Д. А., Отмахова Ю. С. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор). *Сельскохозяйственная биология*, 2017;52(3):501-514. doi: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus
- Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Исходный материал в селекции озимой пшеницы. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018;20(2-3(82)):602-608.
- Менибаев А. И., Зуева А. А., Шевченко С. Н. Наследование признака «масса 1000 зерен» яровой мягкой пшеницы в диаллельных скрещиваниях. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;3(51):98-104. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-98-104
- Пискарев В. В., Зуев Е. В., Брыкова А. Н. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018;22(7):784-794. DOI 10.18699/VJ18.422
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 издание, перераб. и доп. Стереотип изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
- Eberhart S. A., Russel W. A., Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* 1966;6(1):36-40.
- Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Кираев Р. С., Чанышев И. О. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений. Уфа, 2011. 97 с.
- Хангильдин В. В., Шаяхметов И. Ф., Мармдамшин А. Г. Генетический анализ количественных признаков растений: сб. ст. Уфа, 1979. С.5-39.
- Бебякин В. М., Кулеватова Т. Б., Старичкова Н. И. Методические подходы, методы и критерии оценки адаптивности растений. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология*, 2005;5(2): 69-71.
- Бебякин В. М., Розанова Т. А., Злобина Л. Н. Регрессионный анализ пластичности и фенотипической стабильности гибридных популяций яровой мягкой пшеницы по качеству клейковины. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*, 2013;(5):12-13.
- Давлетов Ф. А., Ахмадуллина И. И., Сафин Ф. Ф., Гайнуллина К. П. Гомеостатичность и адаптивность сортов гороха разных морфотипов. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019;14(4-1(55)):27-31. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-27-31
- Ашиев А. Р., Хабидуллин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции Аграрного научного центра «Донской». *Зерновое хозяйство России*. 2019;6(66):7-11. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-6-7-11.
- Лапшинова О. А., Антошина О. А., Хабарова Т. В., Ододушнова Ю. В., Цуканова Т. Г. Экологическая пластичность и стабильность урожайности образцов озимой мягкой пшеницы в условиях юга нечерноземья. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. 2018;4(40):178-183.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Нина Станиславовна Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, <http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>;
Сергей Викторович Подгорный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, <http://orcid.org/0000-0002-8438-1327>;
Наталия Николаевна Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории маркерной селекции, <http://orcid.org/0000-0002-2046-4000>.

REFERENCES

- Khlestkina E.K., Zhuravleva E.V., Pshenichnikova T.A., Usenko N.I., Morozova E.V., Osipova S.V., Permyakova M.D., Afonnikov D.A., Otmakhova Yu. S. Realization of the genetic potential of common wheat varieties under the influence of environmental conditions: modern possibilities for improving the quality of grain and bakery products (review). *Agricultural Biology*. 2017;52(3):501-514. doi: 10.15389 / agrobiology.2017.3.501rus (In Russ.)
- Sukhorukov A. F., Sukhorukov A. A. Source material in winter wheat breeding. *Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(23(82)):602-608. (In Russ.)
- Menibaev AI, Zueva AA, Shevchenko SN Inheritance of the trait "mass of 1000 grains" of spring soft wheat in diallel crosses. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020;3(51):98-104. DOI: 10.18286 / 1816-4501-2020-3-98-104 (In Russ.)
- Piskarev VV, Zuev EV, Brykova AN Initial material for breeding spring soft wheat in the Novosibirsk region. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(7):784-794. DOI 10.18699 / VJ18.422 (In Russ.)
- Dospikhov BA Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th edition, rev. and add. Stereotype ed. Moscow: Alliance, 2014. 351 p. (In Russ.)
- Eberhart S. A., Russel W. A., Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* 1966;6(1):36-40.
- Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Kiraev R.S., Chanyshev I.O. Ecological plasticity of agricultural plants. *Ufa*, 2011. 97 p. (In Russ.)
- Khangildin V.V., Shayakhmetov I.F., Marmdamshin A.G. Genetic analysis of quantitative traits of plants: collection of articles. *Art. Ufa*, 1979. P.5-39. (In Russ.)
- Bebyakin V.M., Kulevatova T.B., Starichkova N.I. Methodical approaches, methods and criteria for assessing plant adaptability. *Bulletin of the Saratov University. New episode. Series: Chemistry. Biology. Ecology*, 2005;5(2):69-71. (In Russ.)
- Bebyakin V.M., Rozanova T.A., Zlobina L.N. Regression analysis of plasticity and phenotypic stability of hybrid populations of spring bread wheat on the quality of gluten. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2013;(5):12-13. (In Russ.)
- Davletov F.A., Akhmadullina I.I., Safin F.F., Gainullina K.P. Homeostaticity and adaptability of pea varieties of different morphotypes. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2019;14(4-1(55)):27-31. DOI: 10.12737 / 2073-0462-2020-27-31 (In Russ.)
- Ashiev A.R., Khabibullin K.N., Skulova M.V. Agroecological assessment of new lines of soybean selection of the Agrarian Scientific Center "Donskoy". *Grain farming in Russia*. 2019;6(66):7-11. DOI: 10.31367 / 2079-8725-2019-65-6-7-11. (In Russ.)
- Lapshinova O. A., Antoshina O. A., Khabarova T. V., Odnodushnova Yu. V., Tsukanova T. G. Ecological plasticity and yield stability of winter soft wheat samples in the southern nonblack earth region. *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University*. P.A.Kostycheva. 2018;4(40):178-183. (In Russ.)

THE AUTHORS:

Kravchenko Nina Stanislavovna, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, <http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>;
Podgorny Sergey Viktorovich, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, <http://orcid.org/0000-0002-8438-1327>;
Vozhzhova Nataliya Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for marker breeding, <http://orcid.org/0000-0002-2046-4000>.