

DOI 10.33952/2542-0720-2020-3-23-70-78

УДК 633.11«324»:631.527

Галушко Н. А., Корнеева В. И.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
СЕЛЕКЦИИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФНАЦ**

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

**Реферат.** *Изменения погодных условий во время вегетации и особенно налива зерна озимой пшеницы не всегда позволяют реализовать потенциал качества сорта. Одни сорта реагируют сильнее на изменение условий окружающей среды, другие показывают более стабильные результаты, демонстрируя разную экологическую пластичность. Цель исследований – выявить новые сорта мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» с высокой экологической пластичностью по содержанию клейковины в зерне для дальнейшей селекции новых генотипов зерновых колосовых. Работу проводили в 2013–2018 гг. Объекты исследования – новые сорта мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.): Нива Ставрополя, Виктория 11, Ставка, Олимп, Стась и Багира, стандарт – Айвина. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднесуглинистый, среднесуглинистый. Климат зоны – умеренно-континентальный, лето – жаркое и сухое. Среднегодовое количество осадков – 564,3 мм, годовая сумма эффективных температур – 3262 °С, ГТК – 1,04. Перед посевом вносили сложные минеральные удобрения ( $N_{40}P_{60}K_{40}$ ), весной – подкормку аммиачной селитрой (26 кг д. в/га). Расчет индексов условий среды показал, что только два года из пяти (2013 и 2016 гг.) были благоприятными для формирования высококачественного зерна. Средняя изменчивость количества клейковины отмечена у сортов Стась (17 %), Нива Ставрополя (13 %), Виктория 11 (13 %) и Ставка (12 %). Незначительную изменчивость наблюдали у сортов Олимп (7 %), Багира (6 %) и Айвина (St.) (5 %). Показатель гомеостатичности качества зерна варьирует от 2,13 у сорта Стась до 5,12 у сорта Олимп. Самый высокий уровень гомеостатичности отмечен у стандарта – 5,95. По величине коэффициента линейной регрессии ( $b_i$ ) оценивали пластичность сортов озимой пшеницы, которая варьировала от 0,03 (Олимп) до 1,54 (Ставка). Большей экологической стабильностью по содержанию клейковины обладали стандарт Айвина ( $S^2d = 1,4$ ), Ставка ( $S^2d = 1,5$ ) и Багира ( $S^2d = 2,3$ ).*

**Ключевые слова:** *мягкая озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), селекция, сорт, качество зерна, клейковина, пластичность, гомеостатичность, экологическая стабильность, изменчивость.*

**Введение**

Основной культурой, возделываемой в Ставропольском крае, остается мягкая озимая пшеница [1]. В настоящее время в регионе рекомендовано к использованию более 65 сортов этой культуры. На Ставрополье озимая пшеница занимает 2,5 млн га, из них 15 % занимают сорта пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», различающиеся между собой по качеству зерна. Нива Ставрополя, Виктория 11 и Багира – ценные по качеству сорта, Ставка, Олимп, Стась – сильные. Изменения погодных условий во время вегетации не всегда позволяют реализовать потенциал качества сорта [2]. Одни сорта сильнее реагируют на изменение условий окружающей среды, другие показывают более стабильные результаты, демонстрируя разную экологическую пластичность [3, 4].

В зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья первостепенным лимитирующим стресс-фактором при возделывании зерновых колосовых является влагообеспеченность [5, 6]. Весенний запас продуктивной влаги в метровом слое почвы под посевами пшеницы и состояние культуры во время возобновления весенней вегетации – это два основных инерционных фактора, обуславливающих формирование продуктивности озимой пшеницы [7].

С погодными условиями в период формирования и налива зерна коррелирует количество клейковины, сформированное сортами [8]. Сложившиеся метеорологические условия в период от колошения до уборки урожая имеют особое значение для получения зерна высокого качества [9, 10].

На корреляцию экзогенных условий среды в период формирования зерновки с показателями качества зерна озимой пшеницы указывают Э. С. Давидянц и Ф. В. Ерошенко [11], которые отмечают отрицательное воздействие обилия осадков в фазе налива зерна.

Оценка новых сортов пшеницы по экологической пластичности, стабильности и гомеостатичности признака, количества клейковины в зерне важна как для академического осмысления, так и для прикладной селекции и специалистов аграрного сектора.

**Цель исследований** – выявить перспективные сорта мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» с высокой экологической пластичностью по содержанию клейковины в зерне для дальнейшей селекции новых генотипов зерновых колосовых.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводили в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2013–2018 гг.

В качестве объектов для изучения выбраны сорта пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»: Нива Ставрополя, Виктория 11, Ставка, Олимп, Сталь и Багира, в качестве стандарта применяли общепринятый в государственном сортоиспытании Ставропольского края сорт Айвина. Группу районированных в регионе сортов пшеницы выращивали на экспериментальном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в 2013–2018 гг. Почва опытного участка представлена типичным мицеллярно-карбонатным чернозёмом обыкновенным среднесуглинистым слабогумусированным среднесуглинистым. Агрохимические показатели пахотного слоя следующие: содержание гумуса – 4,3–4,5 % (ГОСТ 26213-91), общего азота – 0,22 % (ГОСТ 26107-84), подвижного фосфора и калия – 19–22 и 200–220 мг/кг (ГОСТ 26205-91) соответственно; реакция среды – слабощелочная, pH = 7,2–7,3 (ГОСТ 27753.3-88); сумма обменных оснований – 36,0 мг-экв./100 г почвы (ГОСТ 27821-88).

Зона возделывания характеризуется умеренно-континентальным климатом с неустойчивым увлажнением и неравномерным выпадением осадков в течение года, а также высокой теплообеспеченностью вегетационного периода. Лето – жаркое и сухое. Количество осадков за год – 564,3 мм, годовая сумма активных температур – 3000–3400 °С, ГТК – 1,04.

Главным условием возделывания зерновых культур является достаточная влагообеспеченность. Годы проведения исследований характеризовались различными условиями влагообеспеченности посевов озимой пшеницы (рисунок 1). Период посев–всходы в течение четырех лет из пяти (2013–2016 гг.), как и по многолетним данным (ГТК = 0,52), оказался засушливым. Это сказалось на сроках появления всходов. В 2017 г. этот период отличался избыточной влажностью (ГТК = 1,95).

Согласно многолетним наблюдениям, период весенне-летней вегетации (апрель–июнь) является избыточно влажным (ГТК = 1,41). Однако в 2018 г. он был засушливым (ГТК = 0,41), в 2013–2016 гг. характеризовался достаточной влагообеспеченностью или переувлажнением (ГТК = 1,24–2,28). По многолетним данным апрель считается умеренно влажным (ГТК = 1,16), но в 2015–2018 гг. месяц был очень засушливым (ГТК = 0,06–0,63).

Фаза колошения (20–25 мая) приходилась на период повышенной влагообеспеченности в 2013, 2014, 2015 и 2016 гг. В 2013 г. налив зерна проходил в условиях избыточного влажного снабжения, в 2016 г. – при достаточном, с обильными осадками в период уборки, тогда как в 2014 и 2015 гг. – при недостатке, а в 2018 г. – при остром дефиците влаги.

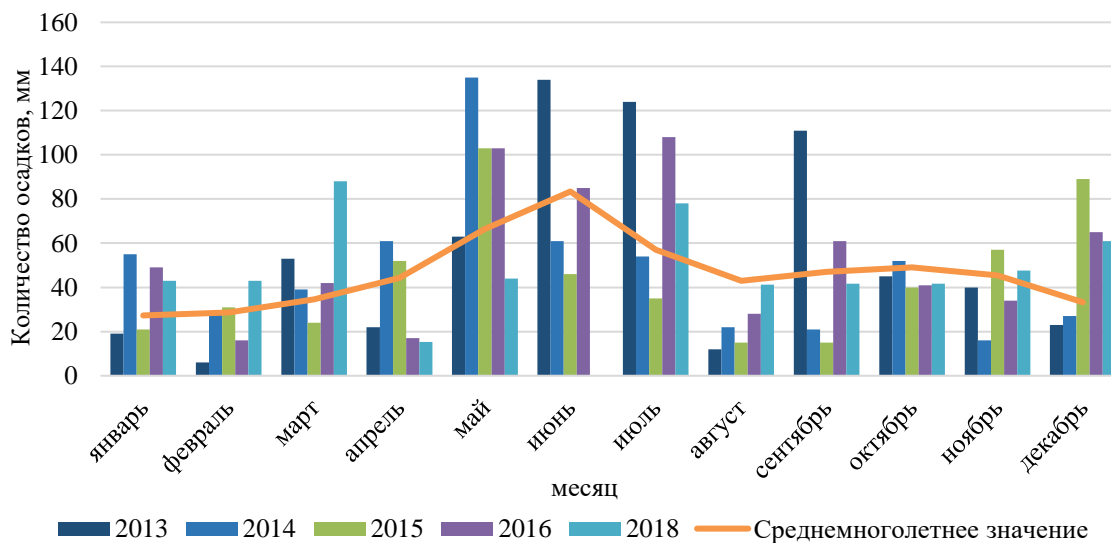


Рисунок 1 – Количество осадков в годы исследований, мм

Температурный режим в годы исследований также различался (таблица 1). Среднемесячная температура вегетационных сезонов 2013–2016 гг. и 2018 г. была выше среднегодовых показателей на 0,53; 0,66; 0,42; 1,78 и 1,77 °С соответственно. В 2014, 2015 и 2016 гг. после возобновления весенней вегетации и до созревания зерна температура воздуха была близка к среднегодовым значениям.

В 2013 и 2014 гг. отмечали раннее возобновление весенней вегетации (среднегодовые даты – 10–25 марта), колошение проходило при повышенных на 2,8–3,2 °С среднесуточных температурах воздуха. В 2013–2016 гг. налив зерна проходил в благоприятных температурных условиях, тогда как в 2018 г. – при температурах, превышающих климатическую норму на 3,3 °С.

Таблица 1 – Температурный режим воздуха в годы проведения исследований

Год	Месяц					
	март	апрель	май	июнь	июль	август
2013	4,6	11	18,1	20,4	22,3	21,9
2014	4,3	9,3	17,3	19,3	23	24,7
2015	3,3	8,4	15,4	20,8	23,2	23,4
2016	4,8	11,9	15,2	20,2	22,2	24,3
2018	3,5	10,8	17,7	22,5	24,9	22,6
Среднегодовое значение	2,3	9,6	14,9	19,2	22,3	21,8

Исследования проводили по методике государственного сортоиспытания [12]. Опыт заложен по предшественнику чистый пар, повторность – четырехкратная, норма высева – 5 млн всхожих семян/га. Сложные минеральные удобрения вносили в предпосевную культивацию в дозе N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub>, весной проводили подкормку аммиачной селитрой в дозе 26 кг д.в/га. Технологическое качество зерна определяли в соответствии с ГОСТ 54478-2011 [13].

Статистическую обработку данных осуществляли методами дисперсионного и корреляционного анализа по Б. А. Доспехову [14], используя надстройку AgCStat для Excel. Гомеостатичность определяли по В. В. Хангильдину [15]:

$$\text{Hom} = \left( \frac{x^2}{\sigma \times (x_{\text{opt}} - x_{\text{lim}})} \right),$$

где  $x^2$  – среднее значение,  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

Экологическую пластичность ( $b_i$ ) и стабильность ( $S^2d$ ) рассчитывали по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell [16] в изложении В. З. Пакудина [17].

### Результаты и их обсуждение

К современным сортам мягкой озимой пшеницы предъявляют требования не только высокой продуктивности и получения качественного зерна, но и пластичности, стабильности, гомеостатичности и устойчивости к экологическим факторам среды.

Варьирование значений качества зерна обусловлено неустойчивостью экзогенных факторов в фазах формирования и налива зерна. После вычисления индексов условий среды установлено, что только два года из пяти (2013 и 2016) были благоприятными для образования и структурирования высококачественного зерна, так как индексы условий среды характеризовались положительными значениями. В недостаточно благоприятные годы возделывания озимой мягкой пшеницы (2015, 2018, 2014) индексы условий среды имели отрицательные величины (таблица 2).

**Таблица 2 – Количество клейковины в зерне сортов мягкой озимой пшеницы (%) и индекс условий среды**

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2018 г.	$\bar{X}_i^{***}$
Нива Ставрополя	31,9	30,8	24,7	28,0	23,7	27,8
Виктория 11	30,7	26,7	24,0	28,0	22,3	26,3
Ставка	33,6	27,2	24,3	30,1	28,6	28,8
Олимп	31,0	32,1	28,4	30,3	34,1	31,2
Стать	34,0	22	28,1	33,5	28,3	29,2
Багира	25,4	24,2	24,2	22,0	22,6	23,7
Айвина (St.)	26,6	25,5	24,2	23,5	24,2	24,8
НСР <sub>05</sub>	1,58	1,36	1,05	1,86	1,76	
$\bar{X}_j^*$	31,1	27,2	25,6	28,6	26,6	27,4
$I_j^{**}$	3,27	-0,66	-2,21	0,82	-1,22	

*Примечание.* \* среднее содержание клейковины за год; \*\* индекс условий среды; \*\*\* среднее содержание клейковины в зерне  $i$ -го сорта за годы изучения.

Максимальное количество клейковины в среднем за годы исследований отмечено у сора Олимп – 31,3 %, немного уступают сорта Стать – 29,2 % и Ставка – 28,8 %, превзошедшие стандарт на 4,0–6,5 %. Самое низкое содержание клейковины зафиксировано у сорта Багира – 23,7 %, что на 1,1 % ниже сорта Айвина.

Индексы условий среды точнее выражают влияние группы факторов на формирование клейковинно-белкового комплекса мягкой озимой пшеницы, так как

учитывают источники, влияющие на налив зерна, а не на общую продуктивность посева.

При выборе сорта для заранее неизвестных условий возделывания, но в пределах изучаемых (неизвестная погода, средства защиты, применение удобрений), выбор следует отдать сортам Нива Ставрополя, Виктория 11 и Ставка ( $\bar{x} = 27,8; 26,3; 28,8$ ), так как эти сорта в различных условиях формировали клейковину на уровне средней по всей выборке сортов (27,4 %). Для интенсивной системы земледелия подходит сорт Стась ( $\bar{x} = 29,2$  %).

Средняя изменчивость количества клейковины отмечена у сортов Стась (17 %), Нива Ставрополя (13 %), Виктория 11 (13 %) и Ставка (12 %). Незначительная изменчивость – у сортов Олимп (7 %) и Багира (6 %), самые низкие показатели – у стандарта Айвина – 5 % (таблица 3).

Таким образом, чем ниже изменчивость показателя количества клейковины, тем выше гомеостатичность ( $r = -0,95$ ), то есть способность генотипа противостоять неблагоприятным условиям среды. Изменчивость находится в прямой зависимости от экологической пластичности сортов: чем выше вариабельность, тем выше экологическая пластичность ( $r = 0,91$ ).

**Таблица 3 – Величины пластичности, стабильности и гомеостатичности сортов мягкой озимой пшеницы по изменению содержания клейковины в зерне (среднее за 2013–2018 гг.)**

Сорт	Количество клейковины в зерне, %		Коэффициент вариации (Cv), %	Гомеостатичность, (Ном)	Экологическая пластичность (b <sub>i</sub> )	Экологическая стабильность, S <sup>2</sup> d
	max.	min.				
Нива Ставрополя	31,9	23,7	13	2,83	1,28	7,2
Виктория 11	30,7	22,3	13	2,47	1,40	2,7
Ставка	33,6	24,3	12	2,70	1,54	1,5
Олимп	34,1	28,4	7	5,12	0,03	6,0
Стась	34,0	22,0	17	2,13	1,53	17,9
Багира	25,4	22,0	6	4,95	0,19	2,3
Айвина (St.)	26,6	23,5	5	5,95	0,31	1,4

Показатель гомеостатичности качества зерна варьирует от 2,13 у сорта Стась до 5,12 у сорта Олимп. Самый высокий уровень гомеостатичности отмечен у стандарта – 5,95. По значению коэффициента линейной регрессии (b<sub>i</sub>) оцениваем пластичность сортов озимой пшеницы, которая в наших исследованиях изменяется от 0,03 (Олимп) до 1,54 (Ставка).

Если параметры пластичности выше единицы, то сорта дают высокие показатели количества клейковины только при наилучших условиях возделывания (таблица 4).

**Таблица 4 – Распределение сортов мягкой озимой пшеницы по количеству клейковины в соответствии с коэффициентом линейной регрессии (b<sub>i</sub>), среднее за 2013–2018 гг.**

Признак	Коэффициент линейной регрессии		
	b <sub>i</sub> <1	b <sub>i</sub> =1	b <sub>i</sub> >1
Количество клейковины, %	Олимп (0,03)	-	Ставка (1,54)
	Багира (0,19)	-	Стась (1,53)
	Айвина St (0,31)	-	Виктория 11 (1,40)
		-	Нива Ставрополя (1,28)

При недостаточно благоприятных условиях произрастания (погодные факторы или экстенсивный фон) сорта интенсивного типа, такие как Нива Ставрополя, Виктория 11, Ставка, Стась резко снижают количество клейковины в зерне.

В наших исследованиях сортов со значением коэффициента пластичности равным единице не выявлено, то есть нет сортов с высокой экологической пластичностью по критерию содержания клейковины в зерне.

Коэффициент пластичности менее единицы отмечен у сортов Олимп, Багира и Айвина (St.), что характеризует их как слабо отзывчивые на улучшение условий возделывания. При неблагоприятных условиях у этих сортов в меньшей степени снижается количество клейковины по сравнению с сильными и экологически пластичными сортами. Такие сорта возможно возделывать на экстенсивном фоне. Сорта Багира, Олимп и Айвина (St.) сочетают низкую вариабельность и высокую гомеостатичность, являясь наиболее экологически адаптированными.

Сорт Багира уступает по количеству клейковины другим сортам, однако при неблагоприятных условиях возделывания показывает качество зерна на уровне сорта Виктория 11.

В целом по сортам получена обратная зависимость между гомеостатичностью и экологической пластичностью ( $r = -0,98$ ).

Экологическая стабильность – это способность генотипа сохранять свою структуру и функции в процессе воздействия внутренних и внешних факторов.

Большой экологической стабильностью по содержанию клейковины обладают сорта Ставка ( $S^2d = 1,5$ ), Багира ( $S^2d = 2,3$ ), Виктория 11 ( $S^2d = 2,7$ ). У стандарта Айвина величина среднего квадратичного отклонения ниже всех ( $S^2d = 1,4$ ), что характеризует его как самый стабильный по этому признаку. Сорт Стась наименее экологически стабилен ( $S^2d = 17,9$ ).

Результаты исследований свидетельствуют о сложности погодных условий региона для получения стабильных урожаев высококачественного зерна. Созданные в Северо-Кавказском ФНАЦ сорта мягкой озимой пшеницы, соответствующие требованиям сильной и ценной, позволяют получать высококачественное зерно при строгом соблюдении технологических условий возделывания.

### Выводы

Изменчивость количества клейковины на среднем уровне установлена у сортов Стась (17 %), Нива Ставрополя (13 %), Виктория 11 (13 %) и Ставка (12 %), незначительная – у Олимпа (7 %), Багиры (6 %) и Айвины (St.) (5 %).

Корреляционный анализ показал, что чем ниже изменчивость количества клейковины, тем выше гомеостатичность ( $r = -0,95$ ), то есть способность генотипа противостоять неблагоприятным условиям среды. Изменчивость находится в прямой зависимости от экологической пластичности сортов: чем выше вариабельность, тем выше экологическая пластичность ( $r = 0,91$ ).

Показатель гомеостатичности качества зерна варьирует от 2,13 у сорта Стась до 5,12 у сорта Олимп. Самый высокий уровень гомеостатичности отмечен у стандарта – 5,95. Пластичность сортов озимой пшеницы в наших исследованиях изменяется от 0,03 (Олимп) до 1,54 (Ставка). Получена обратная зависимость между гомеостатичностью и экологической пластичностью ( $r = -0,98$ ).

Большой экологической стабильностью по содержанию клейковины обладают сорта Ставка ( $S^2d = 1,5$ ), Багира ( $S^2d = 2,3$ ), Виктория 11 ( $S^2d = 2,7$ ). У стандарта Айвина величина среднего квадратичного отклонения ниже всех ( $S^2d = 1,4$ ), что характеризует его как самый стабильный по этому признаку. Сорт Стась наименее экологически стабилен ( $S^2d = 17,9$ ).

### Литература

1. Дубина В. В., Батагова Е. А., Мазницына О. Г., Фадеева О. Б., Немашкалова Е. С. Результаты работы Госсортсети Ставропольского края за 2018 год. Рекомендации производству. Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2018. 72 с.
2. Антонов С. А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 43–46.
3. Галушко Н. А., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы в условиях Северо-Кавказского региона // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 78–81. DOI: 10.25930/0ct5-gy14.
4. Галушко Н. А., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказского ФНАЦ» // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (51). С. 7–15. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14.
5. Vida G., Szunics L., Verisz O., Bedó Z., Láng L., Árendás T., Bónis P., Rakszegi M. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factor on the gluten index of winter durum wheat // Euphytica. 2014. Vol. 197. P. 61–71. DOI: 10.1007/s10681-013-1052-6.
6. Хрипунов А. И., Морозов Н. А., Галушко Н. А., Общия Е. Н. Влагообеспеченность и урожайность озимой пшеницы в разных зонах Ставропольского края // Известия Горского ГАУ. 2018. № 4. С. 21–26.
7. Уланова Е. С. Методика агроклиматического районирования условий формирования урожайности озимой пшеницы в чернозёмной зоне в весенне-летний период // Труды ГМЦ СССР. 1973. Вып. 111. С. 65–69.
8. Букреева Г. И., Грицай Т. И., Домченко М. И. Особенности формирования качества зерна озимой мягкой пшеницы в контрастных погодных условиях // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 56. С. 85–91.
9. Bannayan M., Sanjani S. Weather conditions associated with irrigated crops in an arid and semi arid environment // Int. Biometeorol. 2011. Vol. 55. No. 3. P. 387–401.
10. Swain E. Y., Rempelos L., Orr C. H., Hall G., Chapman R., Almadni M., Stockdale E. A., Kidd J., Leifert C., Cooper J. M. Optimizing nitrogen use efficiency in wheat and potatoes: interactions between genotypes and agronomic practices // Euphytica. 2014. Vol. 199. Iss. 1–2. P. 119–136.
11. Давидянц Э. С., Ерошенко Ф. В. Состояние, тенденции и пути оптимизации производства качественного зерна озимой пшеницы в Ставропольском крае // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 6. С. 21–26.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / Подгот. М. А. Федин [и др.]. М.: Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. 194 с.
13. ГОСТ 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
15. Хангильдин В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1986. № 2 (60). С. 36–41.
16. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
17. Пакудин В. З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов // В кн.: Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1976. С. 178–189.

### References

1. Dubina V. V., Batagova E. A., Maznitsina O. G., Fadeeva O. B., Nemashkalova E. S. The results of the work of the State Sort Network (Gossortset) of the Stavropol Territory for 2018. Recommendations for production // Stavropol: "Byuro novostey OOO", LLC, 2018. 72 p.
2. Antonov S. A. Climate changes and their impact on crop farming development in Stavropol region // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2017. No. 4 (66). P. 43–46.
3. Galushko N. A., Komarov N. M., Sokolenko N. I. Grain quality of new spring soft wheat varieties under the conditions of the North-Caucasian region// Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 4 (72). P. 78–81.
4. Galushko N. A., Komarov N. M., Sokolenko N. I. Grain quality of new winter wheat varieties selected by North-Caucasus Research Agricultural Center // Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2019. No. 2 (51). P. 7–15.

5. Vida G., Szunics L., Verisz O., Bedő Z., Láng L., Árendás T., Bónis P., Rakszegi M. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factor on the gluten index of winter durum wheat // *Euphytica*. 2014. Vol. 197. P. 61–71. DOI: 10.1007/s10681-013-1052-6.
6. Khripunov A. I., Morozov N. A., Galushko N. A., Obshchiya E. N. Moisture supply and yield of winter wheat in different zones of Stavropol territory // *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018. No. 4. P. 21–26.
7. Ulanova E. S. Methodology for agroclimatic zoning of conditions for the formation of winter wheat yield in the Chernozem zone in the spring-summer period // *Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra SSSR*. 1973. Iss. 111. P. 65–69.
8. Bukreeva G. I., Gritsay T. I., Domchenko M. I. Characteristics of quality formation of winter common wheat at contrast weather conditions // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015. No. 56. P. 85–91.
9. Bannayan M., Sanjani S. Weather conditions associated with irrigated crops in an arid and semi arid environment // *Int. Biometeorol.* 2011. Vol. 55. No. 3. P. 387–401.
10. Swain E. Y., Rempelos L., Orr C. H., Hall G., Chapman R., Almadni M., Stockdale E. A., Kidd J., Leifert C., Cooper J. M. Optimizing nitrogen use efficiency in wheat and potatoes: interactions between genotypes and agronomic practices // *Euphytica*. 2014. Vol. 199. Iss. 1–2. P. 119–136.
11. Davidyants E. S., Eroshenko F. V. Current state, trends and ways for production optimization of high-quality grain of winter wheat in Stavropol Krai // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2017. Vol. 31. No. 6. P. 21–26.
12. Methods of state variety testing of agricultural crops. Grain, cereals, legumes, maize and forage crops // Prepared by M. A. Fedin [et al.]. Moscow: State Commission on variety testing of agricultural crops, 1989. 194 p.
13. GOST 54478-2011. Grain. Methods for determination of quantity and quality of gluten in wheat. Moscow: Standartinform, 2012. 20 p.
14. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 p.
15. Khangildin V. V. Parameters for evaluating homeostaticity of varieties and breeding lines in tests of ear crops // *Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten Vsesoyuznogo Seleksionno-Geneticheskogo Instituta*. 1986. No. 2 (60). P. 36–41.
16. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci*. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
17. Pakudin V. Z. Parameters for evaluating the ecological plasticity of varieties and hybrids // In: *Theory of selection in plant populations*. Novosibirsk: Nauka, Siberian branch, 1976. P. 178–189.

UDC 633.11«324»:631.527

Galushko N. A., Korneeva V. I.

### ECOLOGICAL PLASTICITY OF WINTER WHEAT VARIETIES SELECTED IN THE NORTH CAUCASUS FARC.

**Summary.** *Changes in weather conditions during the growing season and especially at the grain-filling stage do not always allow realizing the quality potential of the variety. Some varieties respond more strongly to changing environmental conditions, while others show more stable results, demonstrating different ecological plasticity. The aim of our research was to identify new varieties of common winter wheat with high environmental plasticity in terms of gluten content in grain for further breeding of new genotypes of cereal crops. All studied varieties were created in the FSBSI “North Caucasus Federal Scientific Agricultural Center” (North Caucasus FARC). The research was carried out in 2013–2018. The objects of the research – new varieties of common winter wheat (*Triticum aestivum* L.): ‘Niva Stavropolia’, ‘Victoria 11’, ‘Stavka’, ‘Olimp’, ‘Stat’ and ‘Bagira’. Variety ‘Ayvina’ was used as a standard. The soil of the experimental plot – ordinary medium depth low humic medium loamy chernozem. The climate of the zone – moderately continental; summer is hot and dry. The average annual precipitation – 564.3 mm; the annual sum of effective temperatures – 3262 °C; Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) – 1.04. Complex mineral fertilizers N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>40</sub> were applied before sowing; top dressing with ammonium nitrate (26 kg of active*



*ingredient per hectare) – in spring. The calculation of environment indices showed that only two years out of five (2013 and 2016) were favorable for the high-quality grain formation. The average variability of gluten content was observed in varieties ‘Stat’ (17 %), ‘Niva Stavropolia’ (13 %), ‘Victoria 11’ (13 %) and ‘Stavka’ (12 %). A slight variation was observed in varieties ‘Olimp’ (7 %), ‘Bagira’ (6 %) and ‘Ayvina’ (5 %). The homeostatic index of grain quality varied from 2.13 (‘Stat’) to 5.12 (‘Olimp’). The highest level of homeostaticity was noted for standard variety ‘Aivina’ – 5.95. By the value of the linear regression coefficient (bi), we estimated the plasticity of common winter wheat varieties, which varied from 0.03 (‘Olimp’) to 1.54 (‘Stavka’). ‘Aivina’ ( $S^2d = 1,4$ ), ‘Stavka’ ( $S^2d = 1,5$ ) and ‘Bagira’ ( $S^2d = 2,3$ ) were more environmentally stable in terms of gluten content.*

**Keywords:** *common winter wheat (Tritium aestivum L.), breeding, variety, grain quality, gluten, plasticity, homeostaticity, ecological stability, variability.*

Галушко Наталья Алексеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией качества зерна ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: natasotka@mail.ru.

Корнеева Валентина Игоревна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории качества зерна ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: valya.korneeva.92@mail.ru.

Galushko Natalia Alekseevna, Cand. Sc. (Biol.), leading researcher, head of the grain quality Laboratory of the FSBSI “North Caucasus Federal Scientific Agricultural Center”; 49, Nikonova str., Mikhailovsk, Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: natasotka@mail.ru.

Korneeva Valentina Igorevna, junior researcher of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”; 49, Nikonova str., Mikhailovsk, Stavropol territory, 356241, Russia; e-mail: valya.korneeva.92@mail.ru.

*Дата поступления в редакцию – 18.06.2020.*

*Дата принятия к печати – 13.08.2020.*