

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, научный сотрудник;
В. А. Лиховидова, агроном;
О. В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru)

КАЧЕСТВО ЗЕРНА И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

В статье приводятся данные по изучению признаков качества зерна озимой мягкой пшеницы (массовой доли белка и клейковины) и уровня засухоустойчивости этих образцов в естественных условиях. За годы исследований в зависимости от сорта варьирование признака «массовая доля белка» отмечено от 12,8% у сорта Кипчак до 16,3% у линии 1062/09. Выделены генотипы с максимальной средней массовой долей белка: 1026/09 (15,0%), 1401/09 (14,9%), 1127/09 (14,8%), Находка (14,8%), Аксинья (14,7%), Шеф (14,7%) и Этюд (14,7%). Данные образцы могут быть использованы в качестве источников высокой массовой доли белка в селекционных программах. Массовая доля клейковины в зерне изучаемых сортов за годы исследований варьировала от 23,0% у сорта Ермак до 28,4% у сорта Находка. Выделены сорта с сочетанием низкого коэффициента вариации и высокой массовой долей клейковины в зерне: Находка (CV = 1,6%; 28,4%) и Шеф (CV = 2,0%; 28,0%). Были изучены физиологические основы засухоустойчивости образцов. В среднем за годы исследований все изучаемые образцы имели высокий уровень жаростойкости (I группа), варьирование признака отмечено от 74,3% у сорта Казачка до 98,4% у сорта Этюд. Высокие показатели засухоустойчивости зафиксированы у сортов Находка (72,2%) и Шеф (79,7%), у которых отмечено высокое содержание клейковины в зерне – 28,4 и 28,0% соответственно. При изучении взаимосвязей между массовой долей белка и клейковины наблюдалась средняя значимая положительная связь ($r = 0,67 \pm 0,20$). Отмечена средняя обратная связь содержания белка и засухоустойчивости ($r = -0,51 \pm 0,23$). Между жаростойкостью и массовой долей белка выявлена средняя прямая связь ($r = 0,63 \pm 0,20$) и средняя взаимосвязь с массовой долей клейковины в зерне ($r = 0,57 \pm 0,22$). Выделены сорта Находка и Шеф, имеющие высокий уровень засухоустойчивости, жаростойкости и массовой доли белка и клейковины в зерне, которые могут быть рекомендованы для включения в селекционные программы по засухоустойчивости и качеству зерна.

Ключевые слова: *качество зерна, озимая мягкая пшеница, массовая доля белка, массовая доля клейковины, засухоустойчивость, жаростойкость, сорт.*

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological sciences, research officer;
V. A. Likhovidova, agronomist;
O. V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer,
*FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru)*

GRAIN QUALITY AND DROUGHT TOLERANCE OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETIES

The article considers the study of the traits of winter soft wheat (mass share of protein and gluten) and the level of drought tolerance of these samples under natural conditions. During the years of study the trait "mass share of protein" ranged from 12.8% (the variety "Kipchak") to 16.3% (the line "1062/09"). The genotypes of the lines "1026/09" (15.0%), "1401/09" (14.9%), "1127/09" (14.8%), the varieties "Nakhodka" (14.8%), "Aksiniya" (14.7%), "Shef" (14.7%) and "Etyud" (14.7%) have been selected due to their maximum average mass share of protein. These samples can be used as the sources of large mass share of protein in the breeding programs. The mass share of gluten in grain of the studied varieties ranged from 23.0% (the variety "Ermak") to 28.4% (the variety "Nakhodka"). The varieties "Nakhodka" (CV = 1.6%; 28.4%) and "Shef" (CV = 2.0%; 28.0%) have been selected due to the combination of a low coefficient of variation and large mass share of gluten in grain. On average all studied samples had high level of heat tolerance (Ist group), the trait varied from 74.3% (the variety "Kazachka") to 98.4% (the variety "Etyud"). The varieties "Nakhodka" (72.2%) and "Shef" (79.7%) have shown high indexes of drought tolerance and large content of gluten in grain (28.4% and 28% respectively). The study of correlation between mass share of protein and gluten have revealed an average positive correlation ($r = 0.67 \pm 0.20$). The average feedback of protein content and drought tolerance was ($r = -0.51 \pm 0.23$). There is an average direct correlation between heat tolerance and mass share of protein ($r = 0.63 \pm 0.20$) and an average correlation with mass share of gluten in grain ($r = 0.57 \pm 0.22$). The varieties "Nakhodka" and "Shef", having high level of drought tolerance and mass share of protein and gluten in grain, can be recommended for introducing them into the breeding programs on drought tolerance and grain quality.

Keywords: *grain quality, winter soft wheat, mass share of protein, mass share of gluten, drought tolerance, heat tolerance, variety.*

Введение. В связи с глобальным и локальным потеплением климата при создании новых сортов озимой мягкой пшеницы на первый план выходит увеличение продуктивности и повышение качества зерна.

На территории Ростовской области в последние годы наблюдаются изменения климата в период вегетации сельскохозяйственных культур, это подтверждено исследованиями ряда ученых [1, 2]. Среднегодовая температура воздуха на территории южной зоны Ростовской области носит стабильную тенденцию повышения, при этом снижается среднее количество атмосферных осадков, выпадающих в весенне-летний период. В связи с этим проблема повышения засухоустойчивости сельскохозяйственных растений приобретает все большее значение в зонах недостаточного увлажнения нашей страны [3].

Засухоустойчивость – способность растительного организма как можно меньше изменять процессы обмена веществ в условиях недостаточного водоснабжения. Так как зерно и его качество формируются под влиянием физиологических процессов, важно знать степень устойчивости селекционного материала и его потенциал качества.

Качество зерна и урожайность озимой пшеницы в значительной мере зависят от конкретных условий произрастания, в которых реализуется генетический потенциал сортов и формируется реальный уровень этих признаков.

Целью исследований было изучение массовой доли белка и клейковины и засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы, а также изучение взаимосвязей этих наиболее важных для селекции признаков.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2015–2016 гг. на опытном поле отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград), предшественник – черный пар. Объектом исследований послужили сорта и селекционные линии озимой мягкой пшеницы интенсивного типа. В качестве стандарта использовали сорт Ермак. Массовую долю белка в зерне определяли в соответствии с ГОСТ 108460-91 [4]. Содержание клейковины в зерне определяли по ГОСТ Р 54478-2011 [5]. Засухоустойчивость и жаростойкость определяли в лаборатории физиологии по методическим указаниям Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова [6].

Результаты. Актуальной проблемой современного растениеводства является повышение содержания белка в зерне пшеницы, так как белок играет важную роль в питании человека. Это один из основных признаков, с которым тесно связана не только питательная ценность хлеба, но и технологические и мукомольно-хлебопекарные свойства. Чем выше содержание белка в зерне, тем дороже оно на мировом рынке.

На содержание белка отрицательно влияют биотические стрессоры, засуха, экстремально высокая температура [7].

За годы исследований в зависимости от сорта варьирование признака отмечено от 12,79% у сорта Кипчак до 16,26% у линии 1062/09 (табл. 1).

1. Характеристика образцов озимой мягкой пшеницы по массовой доле белка в зерне (2015–2016 гг.)

Сорт	Массовая доля белка в зерне, %		Коэффициент вариации (CV), %
	min–max	среднее	
Ермак, ст.	13,12–14,38	13,8	6,5
Аксинья	14,07–15,34	14,7	6,1
Находка	14,11–15,46	14,8	6,5
Кипчак	12,79–16,03	14,4	15,9
Бонус	13,40–14,29	13,8	4,5
Казачка	13,35–14,96	14,2	8,0
1491/07	13,58–15,61	14,6	9,8
1062/09	13,82–16,26	15,0	11,5
1401/09	13,84–15,86	14,9	9,6
Лучезар	13,95–15,27	14,6	6,4
1127/10	13,89–15,72	14,8	8,7
1190/10	13,25–14,93	14,1	8,4
Шеф	13,69–15,75	14,7	9,9
1469/10	13,47–14,98	14,2	7,5
Этюд	13,83–15,64	14,7	8,7
1993/10	13,53–15,17	14,4	8,1
НСР _{0,5}		1,10	

В среднем за годы исследований большинство образцов соответствовали требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам согласно классификационным нормам Госкомиссии по сортоиспытанию (не менее 14,0%) [8]. Сорта Ермак (13,8%) и Бонус (13,8%) соответствовали классу ценных пшениц.

Практический интерес для дальнейшей селекционной работы представляют образцы, у которых сочетается максимальная средняя массовая доля белка и наименьший коэффициент вариации признака по годам [9]. Это такие сорта, как Аксинья (массовая доля белка – 14,7%; CV = 6,1%) и Находка (массовая доля белка – 14,8%; CV = 6,5%).

Значения коэффициента изменчивости отмечены от 4,5% у сорта Бонус до 15,9% у сорта Кипчак, что свидетельствует о незначительном и среднем варьировании данного признака по сортам и по годам.

В среднем за годы изучения максимальная средняя массовая доля белка отмечена у линий 1026/09 (15,0%), 1401/09 (14,9%), 1127/09 (14,8%) и сортов Находка (14,8%), Аксинья (14,7%), Шеф (14,7%) и Этюд (14,7%). Данные генотипы могут быть

использованы в качестве источников высокой массовой доли белка в селекционных программах.

Важным признаком оценки качества продовольственного зерна пшеницы является количество клейковины. Массовая доля клейковины для российских сортов озимой пшеницы является признаком, лимитирующим качество зерна.

Массовая доля клейковины в зерне изучаемых сортов за годы исследований изменялась от 23,0% у сорта Ермак до 28,4% у сорта Находка. Выделены сорта с сочетанием низкого коэффициента вариации и высокой массовой долей клейковины в зерне. Это Находка (CV = 1,6%; 28,4%) и Шеф (CV = 2,0%; 28,0%) (табл. 2).

2. Характеристика образцов озимой мягкой пшеницы по массовой доле клейковины в зерне (2015–2016 гг.)

Сорт	Массовая доля клейковины в зерне, %		Коэффициент вариации (CV), %
	min–max	среднее	
Ермак, ст.	21,6–24,4	23,0	8,6
Аксинья	26,3–29,3	27,8	7,4
Находка	28,2–28,6	28,4	1,0
Кипчак	25,2–25,9	25,6	1,9
Бонус	23,1–26,1	24,6	8,6
Казачка	23,0–26,9	25,0	11,1
1491/07	25,8–26,3	26,1	1,4
1062/09	26,2–26,7	26,5	1,3
1401/09	24,9–26,0	25,5	3,1
Лучезар	26,1–27,8	27,0	4,5
1127/10	27,7–27,9	27,8	0,5
1190/10	24,5–24,6	24,6	0,3
Шеф	27,6–28,4	28,0	2,0
1469/10	23,1–24,9	24,0	5,3
Этюд	25,7–27,2	26,5	4,0
1993/10	26,4–26,9	26,7	1,3
НСР _{0,5}	2,1		

В среднем за годы исследований требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам согласно классификационным нормам Госкомиссии по сортоиспытанию (не менее 28,0%), соответствовали сорта Находка (28,4%) и Шеф (28,0%). Остальные образцы соответствовали классу ценных по содержанию клейковины.

Выделены сорта озимой пшеницы – источники высокой массовой доли клейковины в зерне – Находка и Шеф.

В настоящий момент устойчивость к высоким температурам выходит на первое место в селекционных программах при создании современных сортов озимой мягкой пшеницы. В связи с этим нами были изучены физиологические основы

засухоустойчивости образцов. В среднем за годы исследований все изучаемые образцы имели высокий уровень жаростойкости (I группа), варьирование признака отмечено от 74,3% у сорта Казачка до 98,4% у сорта Этюд (табл. 3).

3. Жаростойкость образцов озимой мягкой пшеницы в начальной стадии развития (2015–2016 гг.)

Сорт	Жаростойкость, %		Коэффициент вариации (CV), %
	min–max	среднее	
Ермак, ст.	60,5–99,5	80,0	34,5
Аксинья	96,0–96,7	96,4	0,5
Находка	85,0–89,2	87,1	3,4
Кипчак	59,4–100,0	79,7	36,0
Бонус	91,2–92,8	92,0	1,2
Казачка	74,0–74,6	74,3	0,6
1491/07	90,8–96,8	93,8	4,5
1062/09	94,3–96,9	95,6	1,9
1401/09	86,2–86,4	86,3	0,2
Лучезар	90,3–104,2	97,3	10,1
1127/10	86,1–102,7	94,4	12,4
1190/10	69,0–97,9	83,5	24,5
Шеф	93,8–98,8	96,3	3,7
1469/10	89,9–92,6	91,3	2,1
Этюд	97,9–98,9	98,4	0,7
1993/10	94,5–98,8	96,7	3,1
НСР _{0,5}	9,1		

Наиболее стабильными были образцы с низким коэффициентом вариации признака: 1401/09 (0,2%), Аксинья (0,5%), Казачка (0,6%), Этюд (0,7%), Бонус (1,2%), 1062/09 (1,9%), 1469/10 (2,1%), 1993/10 (3,1%), Находка (3,4%), Шеф (3,7%) и 1491/07 (4,5%).

Высокие показатели засухоустойчивости зафиксированы у сортов Находка (72,2%) и Шеф (79,7%), у которых отмечено высокое содержание клейковины в зерне – 28,4 и 28,0% соответственно (табл. 4).

4. Засухоустойчивость образцов озимой мягкой пшеницы (2015–2016 гг.)

Сорт	Засухоустойчивость, %		Коэффициент вариации (CV), %
	min–max	среднее	
Ермак, ст.	52,1–58,9	55,5	2,9
Аксинья	41,7–56,8	49,3	21,7
Находка	70,7–73,7	72,2	8,7
Кипчак	44,7–51,0	47,9	7,2
Бонус	56,8–63,8	60,3	8,2
Казачка	54,7–72,3	63,5	19,6
1491/07	41,7–50,5	46,1	13,5

1062/09	41,3–47,9	44,6	10,5
1401/09	43,8–47,8	45,8	6,2
Лучезар	32,6–39,0	35,8	12,6
1127/10	29,1–42,6	35,9	26,6
1190/10	48,9–51,5	50,2	3,7
Шеф	75,6–83,7	79,7	9,3
1469/10	24,5–49,0	36,8	47,1
Этюд	20,8–53,7	37,3	62,5
1993/10	54,5–53,7	55,6	2,8
НСР _{0,5}		15,6	

У остальных сортов отмечен более низкий уровень засухоустойчивости (от 35,8 до 63,5%) и более низкая массовая доля клейковины.

При изучении взаимосвязей между массовой долей белка и клейковины наблюдалась высокая значимая положительная связь ($r = 0,67 \pm 0,20$). Отмечена средняя обратная связь содержания белка и засухоустойчивости ($r = -0,51 \pm 0,23$). Между жаростойкостью и массовой долей белка выявлена средняя прямая связь ($r = 0,63 \pm 0,20$), и средняя взаимосвязь с массовой долей клейковины в зерне ($r = 0,57 \pm 0,22$).

Таким образом, выделены сорта Находка и Шеф с высоким уровнем засухожаростойкости и массовой долей белка и клейковины в зерне, которые могут быть рекомендованы для включения в селекционные программы по засухоустойчивости и качеству зерна.

Литература

1. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области / А. С. Попов, Н. Г. Янковский, Г. В. Овсянникова, А. А. Сухарев, М. Е. Кравченко // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 3(21). – С. 56–59.
2. Кривошеев, Г. Я. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы / Г. Я. Кривошеев, А. С. Игнатъев, Н. П. Буин // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 1(31). – С. 44–50.
3. Ионова, Е. В. Устойчивость сортов и линий озимой пшеницы к водному и температурному стрессам / Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 3(15). – С. 19–26.
4. ГОСТ 108460-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
5. ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – М.: Стандартинформ, 2012. – 20 с.

6. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: метод. руководство / Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР). – Л., 1988. – 228 с.
7. Krupnov, V. A. The effect of a temperature increase on the grain weight of the spring wheat in the Volga regions / V. A. Krupnov, L. A. Germantsev, O. V. Krupnova // Ann. Wheat Newslett of KSU, USA. – 2001. – Vol. 47. – P. 145.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – 121 с.
9. Содержание массовой доли белка и клейковины у сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа селекции ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко / Н. С. Кравченко, Н. Н. Вожжова, Н. Г. Игнатьева, Е. В. Ионова, А. П. Самофалов // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 6(42). – С. 34–38.

Literature

1. Peculiarities of weather conditions in the southern part of the Rostov Region / A. S. Popov, N. G. Yankovskiy, G. V. Ovsyannikova, A. A. Sukharev, M. E. Kravchenko // Grain Economy of Russia. – 2012. – No. 3(21). – Pp. 56–59.
2. Krivosheev, G. Ya. Changes in climatic conditions in the southern part of the Rostov Region during the vegetation period of maize / G. Ya. Krivosheev, A. S. Ignatiev, N. P. Buin // Grain Economy of Russia. – 2014. – No. 1(31). – Pp. 44–50.
3. Ionova, E. V. Stability of varieties and lines of winter wheat to water and temperature stresses / E. V. Ionova // Grain Economy of Russia. – 2011. – No. 3(15). – Pp. 19–26.
4. GOST 108460-91. Grain and products of its processing. Method for the determination of protein. – М.: Standardinform, 2009. – 9 p.
5. GOST R 54478-2011. Grain. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat. – М.: Standartinform, 2012. – 20 p.
6. Diagnosis of plant resistance to stress: methodical guidance / All-Union Scientific Research Institute of Plant Growing named after N. I. Vavilov (VIR). – L., 1988. – 228 p.
7. Krupnov, V. A. The effect of a temperature increase on the grain weight of the spring wheat in the Volga regions / V. A. Krupnov, L. A. Germantsev, O. V. Krupnova // Ann. Wheat Newsletter of KSU, USA. – 2001. – Vol. 47. – P. 145.
8. The methodology of state variety testing of agricultural crops. – М., 1988. – 121 p.
9. The content of the mass fraction of protein and gluten in varieties of winter soft wheat of an intensive type selected by the ARRIGC named after I. G. Kalinenko / N. S. Kravchenko, N.

N. Vozzhova, N. G. Ignatieva, E. V. Ionova, A. P. Samofalov // Grain Economy of Russia. – 2015. – No. 6(42). – Pp. 34–38.