

УДК 633.11 : 631.52 : 002.237

**О. В. Скрипка**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;  
**А. П. Самофалов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;  
**С. В. Подгорный**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;  
**О. А. Некрасова**, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник;  
**С. Н. Громова**, аспирант;  
**Н. Г. Игнатьева**, техник-исследователь,  
*ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»*  
*(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНОГО И АБСОЛЮТНОГО СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СЕЛЕКЦИИ НА КАЧЕСТВО**

Озимая пшеница – основная продовольственная культура, занимающая значительный удельный вес в структуре зернового клина России. Она лучше яровой использует биоклиматический потенциал регионов выращивания и обеспечивает гарантированное производство зерна. Озимая пшеница на Дону обеспечивает до 50% вала произведенного зерна, а в отдельные годы и до 70%. В статье изложены результаты изучения накопления относительного и абсолютного содержания белка в зерне в зависимости от массы 1000 зерен в среднем за 2014–2016 гг. Полученные данные свидетельствуют о том, что абсолютное содержание белка в зерне не зависит от урожайности. Этот показатель обладает значительной устойчивостью. Такие показатели, как масса 1000 зерен, относительное содержание белка в зерне, валовый сбор белка с гектара, урожайность зерна озимой пшеницы, подвержены значительным изменениям. Определенное влияние на содержание белка в зерне пшеницы оказывают погодные условия. Отмечена обратная зависимость между массой 1000 абсолютно сухих зерен и относительным содержанием белка в зерне. Чем больше масса 1000 абсолютно сухих зерен, тем меньше содержание белка в зерне и наоборот. Однако между сортами в этом отношении были выявлены существенные различия. Сорта Ростовчанка 5 и Ростовчанка 7, обладая меньшей массой 1000 зерен, чем сорта Танаис, Аксинья и Находка, формировали практически во все годы и меньшее количество белка. У сортов Танаис, Аксинья и Находка, сформировавших массу 1000 семян от 41,1 до 43,7 г, получено и наибольшее количество белка – 14,7; 14,4 и 14,2% соответственно.

*Ключевые слова:* пшеница, урожайность, относительное содержание белка, абсолютное содержание белка, масса 1000 зерен.

**O. V. Skripka**, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer;  
**A. P. Samofalov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer;  
**S. V. Podgorny**, Candidate of Agricultural Sciences, senior research officer;  
**O. A. Nekrasova**, Candidate of Agricultural Sciences, junior research officer;  
**S. N. Gromova**, post-graduate;  
**N. G. Ignatieva**, technician-researcher,  
*FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”*  
*(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru)*

## **THE USE OF THE INDEXES OF RELATIVE AND ABSOLUTE CONTENT OF PROTEIN IN WINTER WHEAT GRAIN SELECTED ON QUALITY**

Winter wheat is the main food crop, which occupies a significant proportion in the structure of the grain area of Russia. The crop uses bioclimatic potential of the regions of cultivation better than spring wheat and supplies stable grain production. Winter wheat on Don supplies up to 50% of gross grain, and sometimes up to 70%. The article presents the study results of the accumulation of relative and absolute protein content in grain depending upon 1000-kernel weight on average during the years of 2014–2016. The obtained data indicate that absolute protein content in grain does not depend on the productivity. This index is really stable. Such indexes as 1000-kernel weight, relative protein content in grain, gross yield of protein per hectare, winter wheat productivity are significantly changeable. Protein content in grain is slightly affected by weather conditions. There is an inverse relation between 1000-absolutely dry kernel weight and relative protein content in grain. The more 1000-absolutely dry kernel weight is, the less protein content in grain is and vice versa. But there are significant differences of the trait among the varieties. The varieties “Rostovchanka 5” and “Rostovchanka 7” with less 1000-kernel weight than the varieties “Tanais”, “Aksiniya” and “Nakhodka”, have formed less protein content through all the years. The varieties “Tanais”, “Aksiniya” and “Nakhodka” with 1000-kernel weight of 41.1–43.7 g produced the largest amount of protein (14.7%, 14.4% and 14.2% respectively).

**Keywords:** *wheat, productivity, relative protein content, absolute protein content, 1000-kernel weight.*

**Введение.** В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к снижению качества товарного зерна озимой пшеницы. Содержание белка и клейковины в зерне являются важнейшими показателями качества, которым уделяется большое

внимание при оценке селекционного материала на всех этапах селекционного процесса [1].

Создание сортов озимой пшеницы интенсивного типа с положительным комплексом хозяйственно-биологических признаков и свойств, а также с высоким содержанием белка в зерне – одна из основных задач селекционной науки и генетики [2].

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных авторов установлено, что содержание белка в зерне – это наследуемый признак, который имеет полигенную природу, но несмотря на это, содержание белка в зерне подвержено большой изменчивости в зависимости от почвенно-климатических условий, продолжительности вегетационного периода, минерального питания, предшественников и других факторов. Определяющим моментом при формировании белка в зерне является температурный режим: более высокая температура способствует более активной агрегации белковых молекул за счет межмолекулярных белковых дисульфидных связей, то есть укреплению клейковины [3].

В последние годы снизилось производство сильной и ценной пшеницы, необходимой для выработки высококачественной хлебопекарной муки, поэтому создание сортов озимой мягкой пшеницы с высоким содержанием белка является актуальным в настоящее время [4].

**Материалы и методы.** Полевые опыты проводили в 2014–2016 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы по предшественнику черный пар. Материалом для исследований послужили сорта озимой мягкой пшеницы, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений с 2006 по 2015 гг. Это сорта: Танаис – год внесения в реестр 2006; Ростовчанка 5 – 2008; Ростовчанка 7 – 2011; Аксинья – 2014; Находка – 2015 г.

Опыты проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Содержание белка определяли на инфракрасном анализаторе SpektraStar 2200. Для правильного определения массы 1000 зерен, относительного и абсолютного содержания белка в зерне применяли методику, обеспечивающую сравнимость полученных результатов. Для этого при проведении структурного анализа растений после их обмолота отбирали (без предварительной очистки) среднюю навеску для определения влажности зерна, содержания белка в зерне в процентах и абсолютного его выхода на 1000 зерен в граммах.

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный. Для него характерна высокая карбонатность (от 2,5 до 4,0% CaCO<sub>3</sub> в пахотном

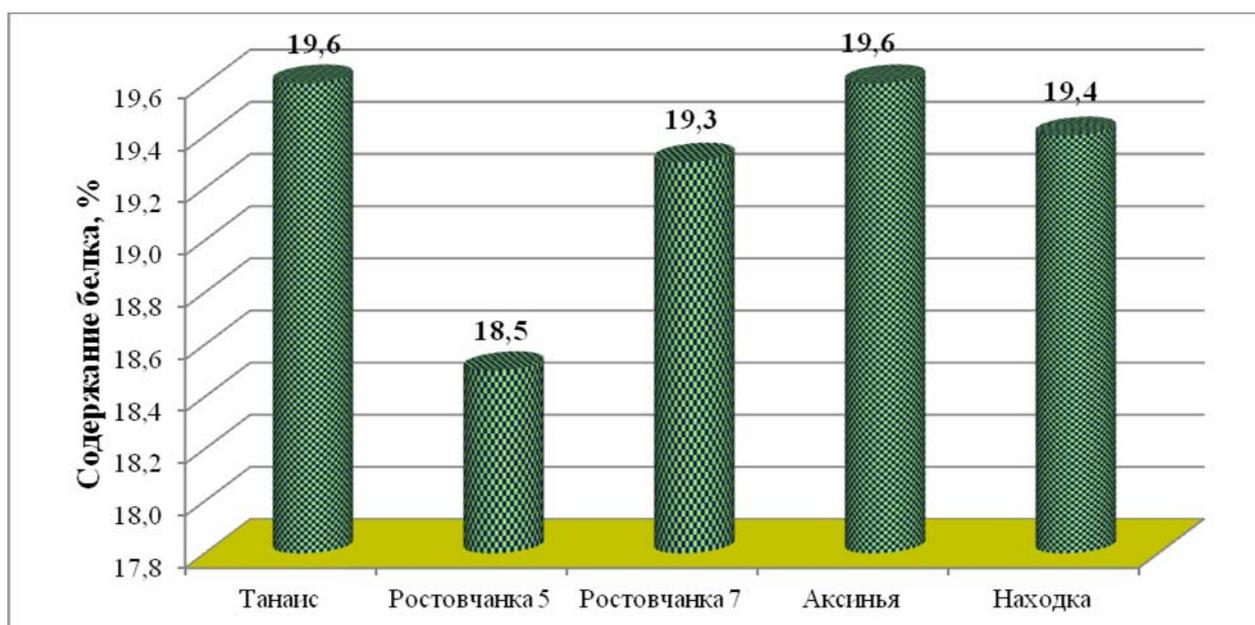
слое мощного горизонта (до 140 см)). Содержание гумуса – 3,6–4,0%; подвижного фосфора – 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы.

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.

2014–2016 гг. характеризовались благоприятными погодными условиями для роста и развития растений озимой пшеницы. Налив и созревание зерна протекало при среднесуточной температуре воздуха от 20,0 до 22,3 °С и относительной влажности 50–65%, что благоприятно сказалось на формировании белка в зерне.

В задачи наших исследований входило: изучить динамику накопления белка у сортов озимой пшеницы с целью дальнейшего использования выявленных закономерностей в селекции.

**Результаты.** В годы исследований в период от формирования зерна и до восковой спелости наблюдалась одна и та же закономерность в изменении относительного (процентного) и абсолютного (в г на 1000 абсолютно сухих зерен) содержания белка в зерне. Относительное его содержание было самым высоким в начальный период формирования зерна (при влажности 72–74%) и составляло в среднем за три года изучения: у сорта Танаис – 19,6%; у сорта Ростовчанка 5 – 18,5%; у сорта Ростовчанка 7 – 19,3%; у сорта Аксинья – 19,6%; у сорта Находка – 19,4% (рис. 1).



**Рис. 1.** Относительное содержание белка в начальный период формирования зерна у сортов озимой мягкой пшеницы (2014–2016 гг.)

С наступлением фазы молочной спелости зерна относительное содержание в нем белка резко снижалось, оставаясь таким до начала тестообразного состояния, а затем к началу фазы восковой спелости (влажность зерна 40%) вновь постепенно росло, достигая в зависимости от сорта максимальной величины к началу – середине восковой спелости. К этому же времени достигало максимума и абсолютное содержание белка в зерне.

Определенное влияние на содержание белка в зерне пшеницы оказывали погодные условия в период налива и созревания. Содержание белка в зерне за годы изучения варьировало по сортам: Танаис – от 14,0 до 15,4%; Ростовчанка 5 – от 12,6 до 14,8%; Ростовчанка 7 – от 12,9 до 14,6%; Акси́нья – от 14,0 до 15,2% и Находка – от 14,0 до 14,4% (табл. 1).

**1. Относительное и абсолютное содержание белка в зерне озимой пшеницы в зависимости от массы 1000 зерен (2014–2016 гг.)**

Показатели	Танаис				среднее	Ростовчанка 5			среднее	Ростовчанка 7			среднее	Аксинья			среднее	Находка			среднее
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.		2015 г.	2016 г.	2014 г.		2015 г.	2016 г.	2014 г.		2015 г.	2016 г.	2014 г.		2015 г.	2016 г.		
Относительное содержание белка в зерне, %	14,9	15,4	14,0	14,7	14,1	14,8	12,6	13,8	14,5	14,6	12,9	14,0	14,1	15,2	14,0	14,4	14,4	14,1	14,0	14,2	
Абсолютное содержание белка, г/1000 зерен	5,92	6,14	6,10	6,04	5,48	5,61	5,37	5,49	5,29	5,55	5,69	5,53	5,50	6,60	6,79	6,29	5,93	6,11	6,38	6,14	
Масса 1000 зерен, г	39,7	39,9	43,6	41,1	38,9	37,9	42,6	39,8	36,5	38,0	43,9	39,5	39,1	43,5	48,5	43,7	41,2	43,3	45,6	43,4	
Урожайность, т/га	7,23	10,10	7,82	8,38	7,26	10,00	7,78	8,35	7,12	9,40	7,54	8,02	6,61	9,97	7,64	8,07	7,36	10,10	7,14	8,20	
Валовой сбор белка, т/га	1,08	1,56	1,10	1,23	1,02	1,48	0,98	1,15	1,03	1,37	0,97	1,12	0,93	1,52	1,07	1,16	1,06	1,42	1,00	1,16	

Анализируя данные таблицы в пределах каждого сорта за каждый год в отдельности, была выявлена обратная зависимость между массой 1000 абсолютно сухих зерен и относительным содержанием белка в зерне. Масса 1000 абсолютно сухих зерен больше, а содержание белка в зерне меньше и наоборот. Это подтверждается данными исследователей, таких как В. Г. Конарев, В. И. Ковтун и другие [6, 7].

Однако между сортами в этом отношении выявлены существенные различия. Так, сорта Ростовчанка 5 и Ростовчанка 7, обладая несколько меньшей массой 1000 зерен, чем сорта Танаис, Аксинья и Находка, формировали во все годы и меньшее количество белка. В среднем за 2014–2016 гг. исследований масса абсолютно сухих зерен у сорта Ростовчанка 5 – 39,8 г, у сорта Ростовчанка 7 – 39,5 г, а среднее содержание белка в зерне составило соответственно 13,8 и 14,0%.

У сортов Танаис, Аксинья и Находка масса 1000 зерен в среднем за 2014–2016 гг. составила 41,1; 43,7 и 43,4%, относительное содержание белка в зерне составило 14,7; 14,4 и 14,2% соответственно, абсолютное содержание белка в зерне у этих сортов тоже практически одинаковое – 6,04; 6,29 и 6,14%.

Анализ данных по сравнительному изучению абсолютного содержания белка в зерне сортов, представленных в таблице, показывает, что этот показатель обладает значительной устойчивостью по годам. Такие же показатели, как масса 1000 зерен, относительное содержание белка в зерне, валовый сбор его с гектара, подвержены значительным изменениям.

Полученные данные свидетельствуют о том, что абсолютное содержание белка в зерне не зависит от урожайности. М. И. Княгинечев [8] говорит о том, что при выращивании озимой пшеницы на участке в зоне лесных полос содержание белка составило 14,9%, а на открытой местности – 16,4%. Разница в содержании белка пшеницы на 1,5% была в пользу открытого участка, что, по мнению автора, свидетельствует о необходимости подкормок азотными удобрениями посевов озимой пшеницы у лесных полос, чтобы наряду с высоким урожаем получать зерно более высокого качества. Но автор не отмечает того, что абсолютное содержание азота (в г на 1000 зерен) с этих участков при разной урожайности и массе 1000 зерен практически одинаковое и составляет в обоих вариантах в переводе на белок 5,2 г.

В настоящее время для определения содержания белка в зерне пшеницы селекционеры используют главным образом показатель относительного содержания белка в зерне, но почти никто не определяет абсолютное его содержание в массе 1000 зерен, между тем этот показатель имеет, на наш взгляд, очень большое значение в селекции при создании новых сортов.

**Выводы.** Полученные нами данные позволяют судить о том, что при подборе родительских пар для скрещивания, в целях создания высокобелкового сорта следует отдавать предпочтение формам, имеющим самое высокое относительное и абсолютное содержание белка в зерне.

Таковыми сортами в нашем опыте являются Танаис, Аксинья и Находка. Масса 1000 зерен у этих сортов была высокая и в среднем за три года изучения (2014-2016 гг.) составила 41,1; 43,7 и 43,4 г, относительное содержание белка в зерне – 14,7; 14,4 и 14,2%, абсолютное содержание белка в зерне – 6,04; 6,29 и 6,14 г на 1000 зерен соответственно.

### Литература

1. Скрипка, О. В. Новый сорт сильной озимой мягкой пшеницы Аксинья / О. В. Скрипка, А. П. Самофалов, С. В. Подгорный // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 3. – С. 34–37.
2. Скрипка, О. В. Новый сорт сильной озимой мягкой пшеницы Находка / О. В. Скрипка, А. П. Самофалов, С. В. Подгорный // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4. – С. 17–20.
3. Самофалова, Н. Е. Селекция озимой пшеницы на юге России / Н. Е. Самофалова, В. И. Ковтун. – Ростов н/Д., 2006. – 480 с.
4. Технологическая оценка зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции «АНЦ» Донской» / Е. В. Ионова, Н. С. Кравченко, Н.Г. Игнатьева, И. М. Олдырева // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 6. – С. 16–21.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с. – Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры.
6. Конарев, В. Г. Белки пшеницы / В. Г. Конарев. – М.: Колос, 1988. – 351 с.
7. Ковтун, В. И. Селекция озимой мягкой пшеницы на продуктивность и качество / В. И. Ковтун, О. В. Скрипка // Научное наследие академика И. Г.Калиненко: сб. докладов участников науч.-практ. конференции. – Зерноград, 2001. – С. 106–110.
8. Княгинечев, М. И. Биохимия пшеницы / М. И. Княгинечев // Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий его выращивания. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1980. – 415 с.

### Literature

1. Skripka, O. V. A new variety of strong winter soft wheat “Aksinya” / O. V. Skripka, A. P. Samofalov, S. V. Podgorny // Grain Economy of Russia. – 2014. – No. 3. – Pp. 34–37.
2. Skripka, O. V. A new variety of strong winter soft wheat “Nakhodka” / O. V. Skripka, A. P. Samofalov, S. V. Podgorny // Grain Economy of Russia. – 2015. – No. 4. – Pp. 17–20.

3. Samofalova, N. E. Selection of winter wheat in the south of Russia / N. E. Samofalova, V. I. Kovtun. – Rostov/D, 2006. – 480 p.
4. Technological evaluation of grain varieties and lines of winter soft wheat selected by the “ARC “Donskoy” / E. V. Ionova, N. S. Kravchenko, N. G. Ignatyev, I. M. Oldyreva // Grain economy of Russia. – 2017. – No. 6. – Pp. 16–21.
5. The methodology of the state variety testing of agricultural crops. – M., 1989. – 194 p. – Iss. 2: Cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops.
6. Konarev, V. G. Proteins of wheat / V. G. Konarev. – M.: Kolos, 1988. – 351 p.
7. Kovtun, V. I. Selection of winter soft wheat for productivity and quality / V. I. Kovtun, O. V. Skripka // The scientific heritage of the academician I.G. Kalinenko: col. reports of participants in the scientific-practical conference. – Zernograd, 2001. – Pp. 106–110.
8. Knyaginechev, M. I. Biochemistry of wheat. Quality of wheat grain, depending on the variety and conditions of its cultivation / M. I. Knyaginechev. – M.; L.: Selkhozgiz, 1980. – 415 p.