УДК 633.111.1:577.112.7:547.96

Н.С. Кравченко, научный сотрудник;
Н. Н. Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук,
научный сотрудник;
Н. Г. Игнатьева, заведующая лабораторией биохимической оценки
селекционного материала и качества зерна;
Е.В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук;
А. П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории селекции
озимой мягкой пшеницы интенсивного типа,
*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
зерновых культур им.И.Г.Калиненко*
(347740. г.Зерноград, Научный городок, д.3; vniizk30@mail.ru)

СОДЕРЖАНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА И КЛЕЙКОВИНЫ У СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА СЕЛЕКЦИИ ВНИИЗК ИМ. И. Г. КАЛИНЕНКО

Приведены результаты исследования содержания массовой доли клейковины и белка у сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в их динамике по годам. Рассмотрено варьирование показателей «массовая доля белка» и «массовая доля клейковины» в течение 10 лет, и коэффициент их отношения. Дана оценка содержания массовой доли белка и клейковины у 11 сортов озимой мягкой пшеницы в среднем за 10 лет и по каждому году в отдельности. Высокое среднее содержание массовой доли белка и незначительная вариабельность признака по годам отмечены у сортов Аксинья (массовая доля белка в зерне – 15,2%; V = 4,6%) и Танаис (массовая доля белка в зерне – 15,3%; V – 5,1%). Высокое среднее содержание массовой доли клейковины и незначительная вариабельность признака по годам отмечены у сортов Аксинья (массовая доля клейковины в зерне – 29,4%, V – 7,5%), Танаис (28,7% и 7,2%), Марафон (28,0% и 7,6%), Ростовчанка 7 (27,4% и 8,0%). Наибольшая массовая доля белка в среднем за 10 лет наблюдалась у таких сортов, как Ростовчанка 3 (15,6%), Донская юбилейная (15,5%), Танаис (15,3%). Наибольшая массовая доля клейковины в среднем за 10 лет наблюдалась у сортов Донская юбилейная (30,6%), Аксинья (29,4%), Ростовчанка 3 (28,7%) и Танаис (28,7%). Рекомендовано использовать сорта Аксинья, Танаис, Ростовчанка 3 и Донская юбилейная в селекционных программах, направленных на улучшение качества зерна озимой мягкой пшеницы. Проведен анализ содержания массовой доли белка и клейковины в зависимости от суммы осадков и суммы активных температур в течение периода «колошение-созревание» за годы исследования.

Ключевые слова: *белок, клейковина, озимая мягкая пшеница, массовая доля.*

N.S. Kravchenko, researcher;
N.N. Vozhzhova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher;
N.G. Ignatieva, head of the laboratory of biochemical assessment of breeding material and grain quality;
E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences;
A.P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding of soft winter wheat of intensive type
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; vniizk30@mail.ru)

CONTENT OF PROTEIN AND GLUTEN FRACTIONS OF SOFT WINTER WHEAT VARIETIES OF INTENSIVE TYPE RECEIVED IN I.G. KALINENKO ARRIGC

The article gives the results of the study of protein and gluten fractions of soft winter wheat varieties of intensive type in their dynamics. We have considered varying of the traits 'protein fraction' and 'gluten fraction' during 10 years and a coefficient of their correlation. We have estimated content of protein and gluten fraction of 11 soft winter wheat cultivars on average for 10 years and in each year. The cultivars 'Aksiniya' and 'Tanais' showed high average content of protein fraction and a slight variability of the trait during the years with 15,2%; V – 4,6% and 15,3%; V – 5,1% respectively. The cultivars 'Aksiniya' (29,4%; V – 7,5%), 'Tanais' (28,7%; V - 7,2%), 'Marafon' (28,0%; V - 7,6%) and 'Rostovchanka 7' (27,4%; V - 8,0%) showed average content of gluten fraction and a slight variability of the trait during the years. The cultivars 'Rostovchanka 3'(15,6%), 'Donskaya Yubileynaya' (15,5%) and 'Tanais' (15,3%) showed the largest protein fraction on average during 10 years. The cultivars 'Donskaya Yubileynaya' (30,6%), 'Aksiniya' (29,4%), 'Rostovchanka 3' (28,7%) and 'Tanais' (28,7%) showed the largest gluten fraction on average during 10 years. We recommend using the cultivars 'Aksiniya', 'Tanais', 'Rostovchanka 3' and 'Donskaya Yubileynaya' to improve the grain quality of soft winter wheat. We have carried out the analysis of the content of protein and gluten fractions depending on the amount of precipitations and active temperatures during the period of earing and maturation in the years of study.

Keywords: protein, gluten, soft winter wheat, белок, клейковина, озимая мягкая пшеница, массовая доля.

Введение. В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к снижению качества товарного зерна пшеницы. Качество зерна определяется как

комплексом почвенно-климатических и агротехнических условий, в которых проходит процесс налива и созревания зерна, так и наследственными особенностями сорта. Во ВНИИЗК уделяется большое внимание созданию сортов, сочетающих хорошее качество зерна с высокой урожайностью и другими хозяйственно-ценными признаками [1].

По данным отечественных и зарубежных ученых, с ростом урожайности озимой пшеницы качество зерна в производстве не растет, а постепенно снижается. Это обусловлено несколькими причинами: насыщенностью севооборотов зерновыми и техническими культурами, высоким их урожаем и большим выносом NPK, постепенным снижением плодородия почв, доз вносимых минеральных и органических удобрений. Кроме этих причин – неблагоприятные явления антропогенного характера, в том числе глобальное потепление и аридизация, также отрицательно влияют на качество зерна [2].

Содержание белка и клейковины в зерне являются важнейшими показателями качества, которым уделяется особое внимание при оценке материала на всех этапах селекционного процесса. Согласно ГОСТ Р 52554-2006 в зерне пшеницы 1-2 класса массовая доля белка должна быть не менее 13,5%, а массовая доля клейковины – не менее 28% [3]. По методическим указаниям Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, в зерне «сильных» пшениц содержание белка должно быть не менее 14,0%, клейковины в зерне не менее – 28%, в зерне ценных по качеству сортов белка – не менее 13%, клейковины – не менее 25% [4].

Материалы и методы. Массовая доля белка и клейковины являются важнейшими показателями качества зерна. Целью наших исследований был анализ содержания этих веществ в зерне сортов селекции ВНИИЗК в 2005-2014 годах.

Материалом для исследований послужили 11 сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа. Показатели качества определяли в лаборатории биохимической и технологической оценки селекционного материала. Массовую долю белка определяли на инфракрасном анализаторе Spektra Star 2000, массовую долю сырой клейковины в зерне – по ГОСТ Р 54478-2011 (ручной метод) [5]. Обработку и анализ экспериментальных данных – при помощи программ Microsoft Excel и Statistica 6.

Результаты. За годы исследований, с 2005 по 2014, сорта по-разному реализовали свой потенциал по содержанию белка и клейковины (таблица 1). Так, массовая доля белка в зерне по сортам и годам варьировала от 13,0 до 17,3%, среднее многолетнее значение составило 15,1%, что свидетельствует о том, что все исследуемые сорта относятся к классу «сильных» и «ценных» по качеству зерна.

1. Характеристика сортов по содержанию белка и клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (2005-2014 гг.)

Сорт	Массовая доля, %						Коэффициент отношения массовой доли клейковины к белку
	белка в зерне			клейковины в зерне			
	min-max	среднее	V, %	min-max	Среднее	V, %	
Зерноградка 10, стандарт	13,5-16,4	15,1	5,8	23,6-30,7	27,7	9,4	1,8
Ермак, (ст. 2014)	13,1-16,2	14,9	6,0	21,6-31,5	25,9	12,7	1,7
Донская юбилейная	13,2-16,6	15,5	6,8	26,9-34,6	30,6	8,2	2,0
Зерноградка 11	13,4-16,4	15,1	6,4	23,5-31,6	27,3	10,6	1,8
Конкурент	13,2-15,7	15,0	5,3	23,5-30,5	26,7	8,2	1,8
Ростовчанка 3	13,5-17,3	15,6	6,3	25,8-32,2	28,7	6,4	1,8
Танаис	14,2-16,1	15,3	5,1	25,5-32,2	28,7	7,2	1,9
Марафон	13,8-16,6	15,0	5,2	24,9-31,0	28,1	7,6	1,9
Ростовчанка 5	13,0-16,3	14,6	5,9	23,7-28,1	25,8	6,4	1,8
Ростовчанка 7	13,5-16,1	14,8	5,1	24,9-31,6	27,4	8,0	1,8
Аксинья	14,1-16,4	15,2	4,6	26,3-33,6	29,4	7,5	1,9

По содержанию клейковины варьирование составило 21,6 – 34,6%, среднее значение данного признака составило 27,9%.

Практический интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокое среднее содержание белка и незначительная вариабельность признака по годам. В наших исследованиях такое сочетание показателей отмечено у сортов Аксинья и Танаис, у которых массовая доля белка была от 14,1 до 16,4%, а коэффициент вариации признака – 4,6 и 5,1% соответственно.

По результатам проведенных исследований выделился сорт озимой мягкой пшеницы Аксинья, превосходивший изучаемые сорта по ряду показателей в различные по гидрометеорологическим условиям годы [6]. Анализируя массовую долю клейковины в зерне установили, что сочетание высокого среднего содержания клейковины и незначительной вариабельности признака по годам отмечается у сортов Аксинья (массовая доля клейковины в зерне – 29,4%, V=7,5%), Танаис (массовая доля клейковины

в зерне – 28,7%, V=7,2%), Марафон (массовая доля клейковины в зерне – 28,0%, V=7,6%), Ростовчанка 7 (массовая доля клейковины в зерне – 27,4%, V=8,0%).

Исследования Суднова П.Е. [7], Шелепова В.В. и др. [8] показали, что соотношение содержания клейковины к содержанию белка колеблется от 1,47 до 2,09 в зависимости от зоны выращивания пшеницы. В наших исследованиях коэффициент отношения массовой доли клейковины к массовой доле белка варьировал от 1,7 у сорта Ермак, до 2,0 у сорта Донская юбилейная.

У сортов Зерноградка 10 (15,1%), Донская юбилейная (15,5%), Зерноградка 11 (15,1%), Ростовчанка 3 (15,6%), Танаис (15,3%), Аксинья (15,2%) массовая доля белка была на уровне среднего многолетнего значения или превышала его. Несмотря на то, что остальные сорта: Ермак (14,9%), Конкурент (15,0%), Марафон (15,0%), Ростовчанка 5 (14,6%), Ростовчанка 7 (14,8%) по массовой доле белка не превышали среднемноголетнего значения, все они согласно ГОСТ Р 52554-2006 соответствуют 1 классу, то есть сильной пшенице.

В среднем за годы исследований по содержанию клейковины классу «сильных» пшениц соответствовали сорта: Донская юбилейная (30,6%), Аксинья (29,4%), Ростовчанка 3 (28,7%), Танаис (28,7%), Марафон (28,0%). Их значения превышали среднемноголетнее содержание клейковины (27,9%) от 0,1 до 2,7%. Такие сорта, как Зерноградка 10 (27,6%), Ростовчанка 7 (27,4%), Зерноградка 11 (27,3%), Конкурент (26,6%), Ермак (25,9%), Ростовчанка 5 (25,8%) по этому показателю соответствовали классу ценных пшениц.

За годы исследований условия роста и развития растений по-разному оказали влияние на формирование массовой доли белка и клейковины в зерне (рис. 1).

Средние показатели массовой доли белка в 2005 году (14,6%), в 2008 году (14,9%), в 2013 году (14,6%) были ниже среднемноголетнего значения (15,1%). В остальные годы показатели массовой доли белка превышали среднемноголетнее значение. Особо следует выделить 2014 год, характеризующийся значительным снижением массовой доли белка, которое превысило на 1,6% от среднего значения.

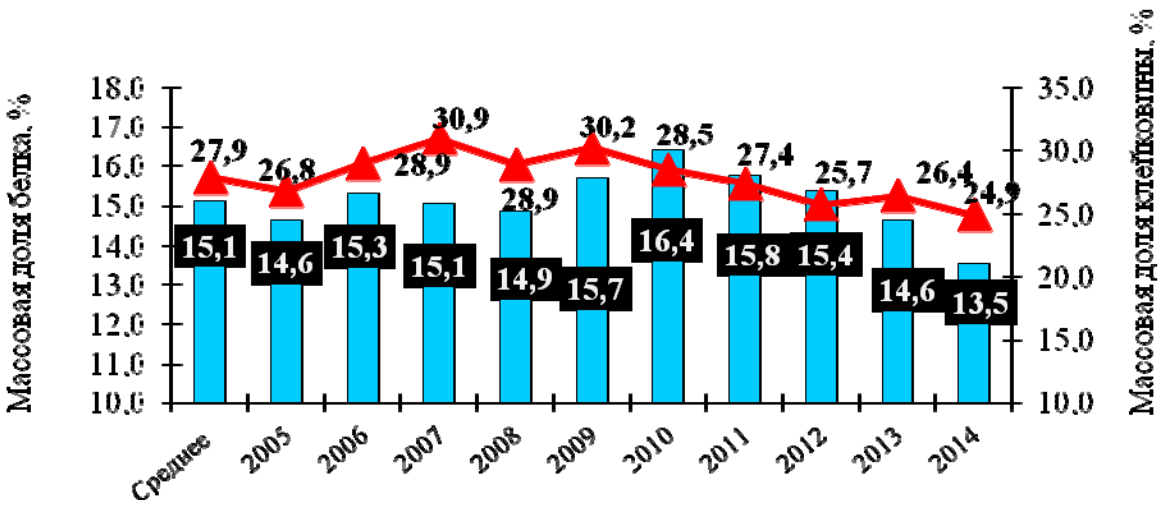

Рис. 1. Массовая доля белка и клейковины у сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (2005-2014 гг.)

В 2006-2010 годах массовая доля клейковины в среднем по набору сортов превышала среднемноголетнее значение (27,9%). Максимальные значения массовой доли клейковины отмечены в 2007 (30,9%) и в 2009 году (30,2%).

В 2005, 2011, 2012, 2013, 2014 годах массовая доля клейковины в зерне наблюдалась ниже среднемноголетнего значения (27,9%), эти показатели составили 26,8; 27,4; 25,7; 26,4; 24,9% соответственно. Снижение содержания клейковины превысило 1,5%.

Снижение или превышение над среднемноголетним значением массовой доли белка и клейковины в зерне исследуемых сортов обусловлено погодными условиями в течение вегетационного периода. Варьирование массовой доли белка в это время зависело в основном от количества выпавших осадков (рис. 2).

На рисунке 2 показан график, где последовательные значения суммы осадков за период «колошение-созревание» отложены по оси X, а последовательные суммы активных температур этого же периода расположены по оси Y. В большинстве случаев содержание белка находилось в пределах 14-15,7% и варьировало в зависимости от суммы активных температур периода «колошение-созревание» при сумме выпавших осадков 60-140 мм.

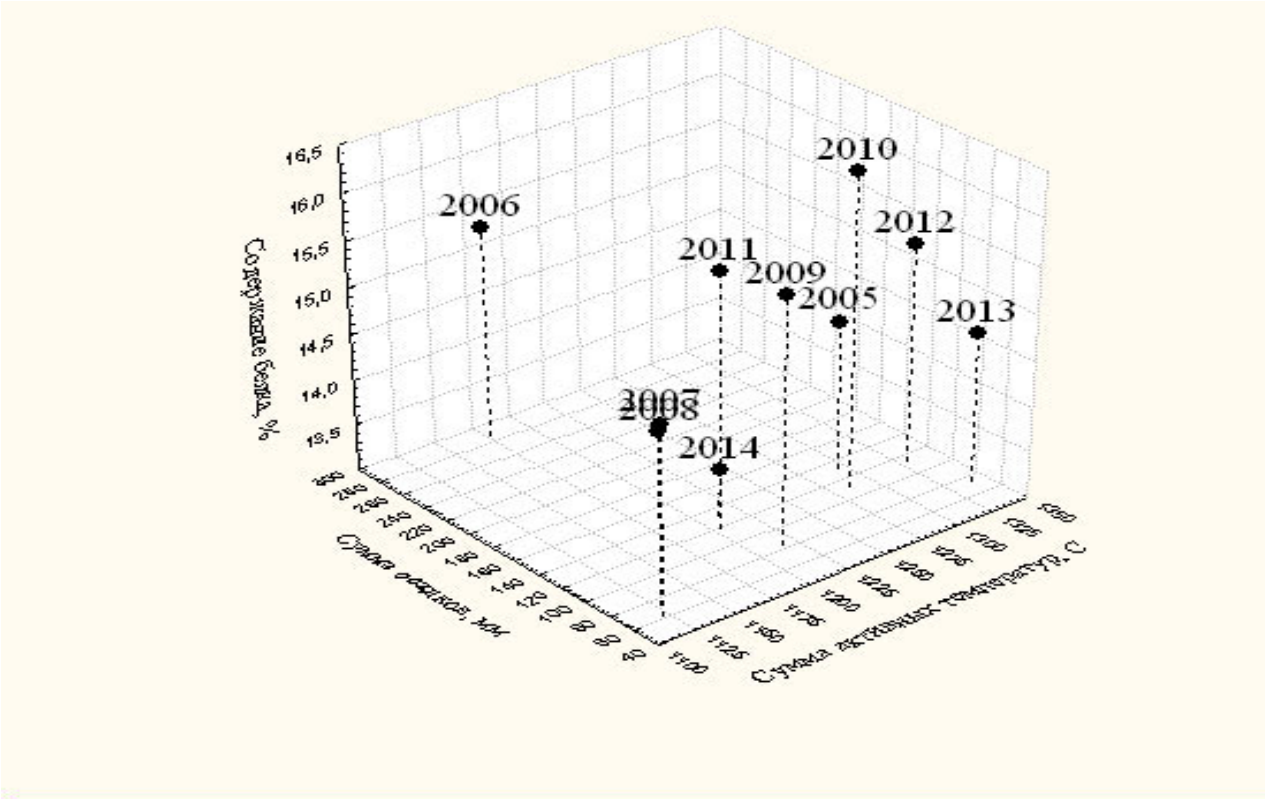

Рис. 2. Массовая доля белка в зерне озимой мягкой пшеницы в зависимости от суммы осадков и суммы активных температур за период «колошение-созревание» (в среднем за 2005-2014 гг.)

В 2006 году содержание белка в среднем по набору изучаемых сортов составило 15,3% и формировалось при сумме осадков за период «колошение-созревание» 280-300 мм и сумме активных температур 1175°С. Температурный режим 2006 года был устойчиво повышенным в весенние месяцы и декады, исключая первую декаду, мая. Вторая декада мая была холоднее на 1,5-2,5ºС среднемноголетнего значения. После весенней засухи запасы почвенной влаги снижались, и к фазе колошения достигли минимальных величин, близких к физиологически неусвояемым. После обильных осадков июня и снижения расхода влаги растениями запасы продуктивной влаги в почве выровнялись. В период колошения (третья декада мая) и к окончанию налива зерна (третья декада июня) наблюдались повышенная среднесуточная температура воздуха и недостаток влаги, вследствие чего растения имели угнетенное состояние, но смогли сформировать достаточную массовую долю белка в зерне.

Наименьшее содержание белка наблюдалось в 2014 году и составило 13,5% при сумме осадков 120 мм и сумме активных температур периода «колошение-созревание» 1200°С. Такое формирование массовой доли белка может быть связано со снижением запасов продуктивной влаги в почве в фазе колошения в мае 2014 года.

Похожая закономерность с формированием массовой доли белка в зависимости от суммы активных температур в период «колошение-созревание» наблюдалась при оценке содержания клейковины у изучаемого набора сортов за 10-летний период (рис. 3).

На рисунке 3 показана зависимость содержания клейковины от суммы осадков и суммы активных температур воздуха. За годы изучения содержание клейковины находилось в пределах 25,7-30,9% и варьировало в зависимости от суммы активных температур периода «колошение-созревание» при сумме осадков 80-140 мм.

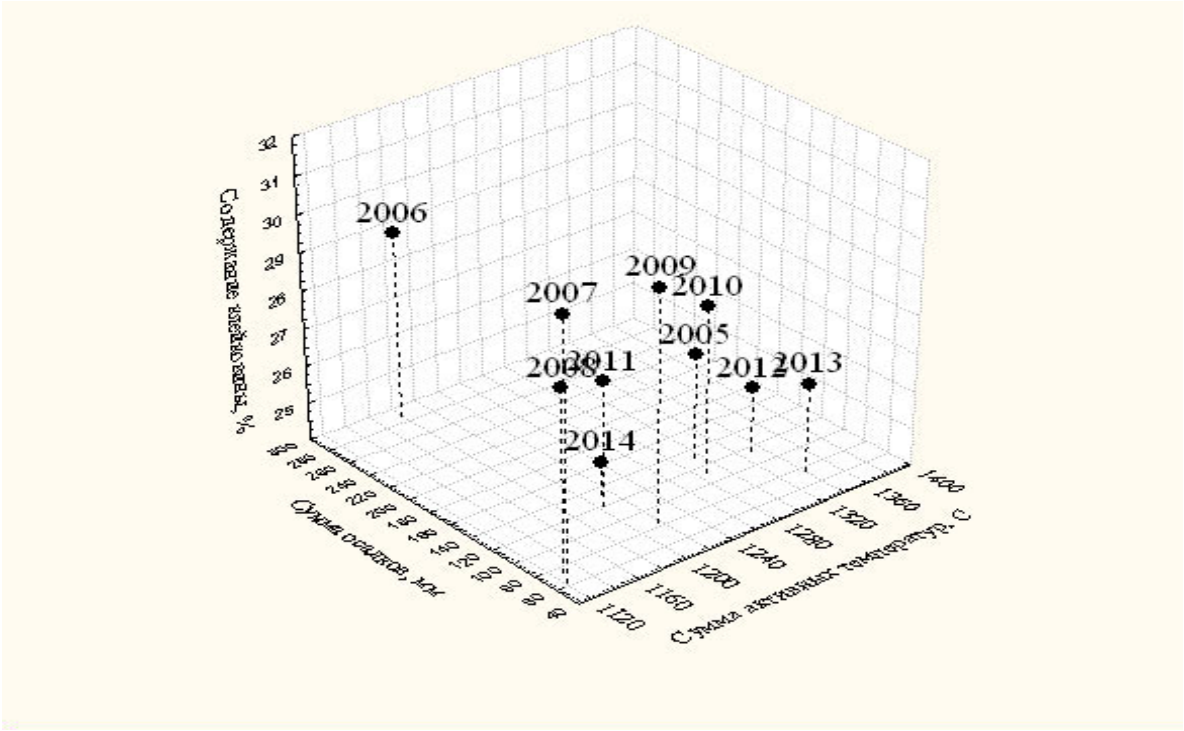

Рис. 3. Массовая доля клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы в зависимости от суммы осадков и суммы температур за период «колошение-созревание» (в среднем за 2005-2014 гг.)

Минимальное содержание клейковины (24,9%) наблюдалось в 2014 году при сумме осадков 120 мм и сумме активных температур периода «колошение-созревание» 1200°С, что может быть связано, как и в случае с содержанием белка, со значительным снижением запасов продуктивной влаги в почве в фазу колошения. Следует отметить, что в 2006 году сформировалось высокое содержание клейковины (28,9%) при сумме активных температур 1175°С и сумме осадков 280-300 мм за период «колошение-созревание». Выпадение осадков было неравномерным, и в отдельные декады растения испытывали недостаток влаги одновременно с повышенной среднесуточной температурой воздуха, вследствие чего урожайность зерна оказалась снижена, но была сформирована достаточная массовая доля клейковины.

Таким образом, зная суммы активных температур и суммы осадков вегетационного периода, можно прогнозировать содержание массовых долей белка и клейковины в зерне

озимой мягкой пшеницы. Оценив динамику содержания массовой доли белка и клейковины, рекомендовано использовать сорта Аксинья, Танаис, Ростовчанка 3 и Донская юбилейная в селекционных программах, направленных на улучшение качества зерна озимой мягкой пшеницы.

Выводы.

1. За годы исследований массовая доля белка и клейковины в зерне по сортам и годам составила в среднем 15,1 и 27,9% соответственно. Такие показатели свидетельствуют о том, что исследуемые сорта относятся к классу сильных и ценных по качеству зерна сортов пшеницы.

2. Высокое среднее содержание массовой доли белка и незначительная вариабельность признака по годам отмечены у сортов Аксинья (массовая доля белка в зерне – 15,2%; V = 4,6%) и Танаис (массовая доля белка в зерне – 15,3%; V = 5,1%).

3. Высокое среднее содержание массовой доли клейковины и незначительная вариабельность признака по годам отмечены у сортов Аксинья (массовая доля клейковины в зерне – 29,4%, V – 7,5%), Танаис (28,7% и 7,2%), Марафон (28,0% и 7,6%), Ростовчанка 7 (27,4% и 8,0%).

4. Наибольшая массовая доля белка в среднем за 10 лет наблюдалась у таких сортов, как Ростовчанка 3 (15,6%), Донская юбилейная (15,5%), Танаис (15,3%). Наибольшая массовая доля клейковины в среднем за 10 лет наблюдалась у сортов Донская юбилейная (30,6%), Аксинья (29,4%), Ростовчанка 3 (28,7%) и Танаис (28,7%).

5. Значительное снижение массовой доли белка и массовой доли клейковины у набора сортов наблюдалось в 2014 году и составило более 1,6% и 1,5% соответственно. Максимальные значения массовой доли клейковины исследуемых сортов отмечались в 2007 (30,9%) и 2009 (30,2%) годах. Максимальные значения массовой доли белка наблюдались в 2010 (16,4%) и 2011 (15,8%) годах.

6. Рекомендовано использовать сорта Аксинья, Танаис, Ростовчанка 3 и Донская юбилейная в селекционных программах, направленных на улучшение качества зерна озимой мягкой пшеницы.

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(33). – С. 34-37.

2. *Беспалова, Л. А.* Экологические и генетические аспекты селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна / Л. А. Беспалова, Ф. А. Колесников, Г. И. Букреева // Вестник ОрелГАУ. – 2006. – №2-3. – С. 21-23.

3. Национальный стандарт Российской Федерации. Пшеница. Технические условия. – ГОСТ Р 52554-2006 – М., Стандартинформ, 2006. – 12 с.

4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М., 1988. – С. 41-51, 52-74.

5. Национальный стандарт Российской Федерации. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – ГОСТ Р 54478-2011 – М., Стандартинформ, 2012. – 23 с.

6. *Кравченко, Н.С.* Показатели качества зерна и муки новых сортов озимой мягкой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко / Н. С. Кравченко, Е. В. Ионова, А. П. Самофалов // Зерновое хозяйство России. – 2012. – №4(22). – С. 44-50.

7. *Суднов, П.Е.* Повышение качества зерна / П. Е. Суднов. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 95 с.

8. *Шелепов, В.В.* Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / В.В. Шелепов, В.М. Маласай, А.Ф. Пензев, В.С. Кочмарский, А.В. Шелепов. – Научное издание. – Мироновка, 2004. – С 360-426.

Literature

1. *Skripka, O.V.* ‘Aksinya’ as a new variety of strong soft winter wheat / O. V. Skripka, A.P. Samofalov, S.V. Podgorny // Grain Economy of Russia. – 2014. – №3(33). – PP. 34-37.

2. *Bespalova, L.A.* Ecologic and genetic aspects of soft winter wheat breeding of grain quality / L.A. Bespalova, F.A. Kolesnikov, G.I. Bukreeva // Vestnik of OrelSAU. – 2006. – № 2-3. – PP. 21-23.

3. National Standard of the Russian Federation. Wheat. Technical conditions. - GOST P 52554-2006 – M., Standartinform, 2006. – 12 p.

4. Methodology of state variety testing of crops. Technologic assessment of grain crops and groats. – M., 1988. – PP. 41-51, 52-74.

5. National Standard of the Russian Federation. Grain. Methods of determining of quality and quantity of gluten in wheat. – GOST P 54478-2011 – M., Standartinform, 2012. – 23 p.

6. *Kravchenko, N.S.* Indexes of grain and flour quality of from new varieties of soft winter wheat of I.G. Kalinenko / N.S. Kravchenko, E.V. Ionova, A.P. Samofalov // Grain Economy of Russia. – 2012. – №4(22). – PP. 44-50.

7. *Sudnov, P.E.* Grain quality increase / P.E. Sudnov. – M.: Rosselkhozizdat. – 1978. – 95 p.

8. *Shelepov, V.V.* Morphology, biology, economic value of wheat / V.V. Shlepov, V.M. Malasay, A.F. Penzev, V.S. Kochmarsky, A.V. Shelepov. – Scientific publishing. – Mironovka, 2004. – PP. 360-426.