

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11«324»:631.524.7/526.32 (470.62/67)

DOI:10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14

КАЧЕСТВО ЗЕРНА НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
СЕЛЕКЦИИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФНАЦ

Н. А. Галушко, кандидат биологических наук
Н. М. Комаров, кандидат биологических наук
Н. И. Соколенко, кандидат биологических наук

Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр

E-mail: natasotka@mail.ru

Ключевые слова: селекция, сорт, мягкая озимая пшеница, качество зерна, клейковина, сила муки, седиментация, амиллазная активность, водопоглотительная способность муки

Реферат. В Северо-Кавказском федеральном научном аграрном центре в 2015–2017 гг. проведены исследования качества зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы собственной селекции: Секлетия, Зернетко 1, Царица, Линия 1517 – с целью выявления влияния отдельных факторов на формирование высококачественного зерна. В качестве стандарта использовали сорт Батько. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный. Климат зоны умеренно-континентальный. Предшественник – чистый пар. Перед посевом вносили сложные минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$, весной проводилась подкормка аммиачной селитрой в дозе 26 кг д.в./га. Найдена тесная положительная корреляция между натурой и мукомольными качествами зерна (0,7–0,8) и выявлена обратная зависимость между величиной натурной массы и значениями ИДК (– 0,79), отношением упругости к растяжимости теста (– 0,88), водопоглотительной способностью муки (– 0,85). Сила муки напрямую зависит от количества и качества белка ($r = 0,79$). Сорта показали различные значения силы муки: Линия 1517 и сорт Зернетко 1 соответствуют по силе хорошему филлеру (282–294 е.а.), Секлетия, Царица и Батько (стандарт) – удовлетворительному улучшителю (312, 332, 345 е.а. соответственно). Сорт Царица за три года в различных погодных условиях стабильно формировал клейковину первой группы, что свидетельствует о преобладании глютелиновой фракции белка и потенциале сильной пшеницы улучшителя. Установлен высокий коэффициент корреляции седиментации с количеством клейковины ($r = 0,81$). На показатели качества зерна сортов озимой пшеницы негативно повлияли засушливые условия налива зерна 2015 г. и избыточного увлажнения 2017 г., не позволив реализовать потенциал сортов.

**GRAIN QUALITY OF NEW WINTER WHEAT VARIETIES SELECTED BY
NORTH-CAUCASUS RESEARCH AGRICULTURAL CENTER**

Galushko N.A., Candidate of Biology**Komarov N.M.**, Candidate of Biology**Sokolenko N.I.**, Candidate of Biology**North-Caucasus Research Agricultural Center**

Key words: selection, variety, soft winter wheat, grain quality, fibrin, flour strength, land subsidence, α -amylase activity, baking absorption.

Abstract. The article shows the research on grain quality which was conducted at North-Caucasus Scientific Agricultural Center 2015-2017. The research explored the grain quality of new soft winter wheat varieties. The grain belongs to own selections of soft winter wheat, particularly to Sekletiya, Zernetko 1, Tsaritsa and Liniya 1517. The authors focus on indicating the impact of certain factors on high-quality grain. Batko variety was applied as a standard. The soil of the experimental plot was black soil; the climate was moderate continental. The forecrop was pure steam. Before sowing, the authors applied complex mineral fertilizers dosed N40P60K40; in spring the researchers fertilized them with ammonium nitrate dosed 26 kg of ammonium nitrate per hectare. The authors observed positive correlation between nature and flour strength qualities of grain (0,7-0,8); inverse relationship between the value of natural mass and IIR values (-0,79); dough elasticity to dough extensibility (-0,88); and baking absorption parameter (-0,85). Flour strength depends on protein quantity and quality ($r = 0.79$). The wheat varieties have shown different values of flour strength: Liniya 1517 and Zernetko 1 correspond to good filler (282-294 a.), Sekletiya, Tsaritsa and Batko (standard) correspond to satisfactory improver (312, 332, 345 a.). Tsaritsa variety formed gluten of the first group during three years under different temperatures. This indicates the prevalence of protein glutenin fraction and capacity of strong wheat improver. The authors found out high correlation coefficient of sedimentation with the amount of gluten ($r = 0.81$) was found. The quality of winter wheat grain was affected by the arid conditions of grain loading in 2015 and overwetting in 2017. This prevented the varieties from showing up their capacities.

Мягкая озимая пшеница является ведущей зерновой продовольственной культурой в Северо-Кавказском регионе [1]. Неконтролируемые природные факторы оказывают негативное воздействие на величину и качество урожая. В отдельные годы последствия этих воздействий могут быть довольно ощутимыми [2], поэтому проблема стабилизации производства высококачественного зерна по годам выращивания является актуальной.

В ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» одним из направлений в селекции мягкой озимой пшеницы является создание новых сортов, совмещающих в одном генотипе высокую урожайность и качество зерна с адаптивностью [3, 4]. Особое внимание уделяется поиску исходного материала, изучению и подбору схем скрещивания. Вновь создан-

ный материал оценивается по комплексу хозяйственно-ценных признаков на разных этапах селекционного процесса.

Большие возможности для отбора перспективных форм дает, в частности, определение показателей качества зерна, белково-клейковинного комплекса, α -амилазной активности, силы муки, хлебопекарных достоинств и взаимодействия качественных характеристик.

Комплекс технологических и биохимических качеств зерна по своей природе очень сложен. Не менее сложна задача совмещения в сортах хорошего качества с высокой урожайностью [5]. Технологические свойства сортов сильно изменяются в зависимости от метеорологических условий в период формирования зерна [6–8].

Водопоглощение муки и вязкоэластичные свойства теста тесно связаны с соотношением составляющих клейковину фракций белка – глиадины и глютенина. Глиадины имеют мономерную форму, глютенины преимущественно агрегированы через водородные, гидрофобные и ионные взаимодействия и дисульфидные ковалентные связи. Именно –S–S– связи оказывают основное влияние на формирование макромолекулами клейковинного белка своеобразной пространственной сетки из параллельных или свернутых цепей белковых молекул, определяющей реологические свойства теста и его силу [9].

Если в клейковине преобладает глютениновая фракция белков, то мука больше поглощает воды, тесто будет более упругое, с длительной стабильностью. Клейковина, в которой доминирует глиадин, связывает воду в небольших количествах и более растяжима [10].

Качественным показателем муки и, следовательно, зерна является показатель седиментации, или набухания муки в слабых растворах органических кислот. Этот показатель качества высоко наследуемый ($H^2=0,54-0,89$), генетически обусловленный и считается основным в определении качества зерна на ранних этапах селекции, позволяющим эффективно вести селекцию на качество сильных сортов пшеницы [11, 12].

В связи с этим целью исследований являлось изучение сопряженности показателей качества зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы, выращенных в условиях Северо-Кавказского региона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследования – новые сорта мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»: Секлетия, Зернетко 1, Царица, Линия 1517, в качестве стандарта использовали сорт Батко.

Сорта пшеницы выращивались на экспериментальном поле лаборатории отдалённой гибридизации в 2015–2017 гг.

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднесуглинистый. Климат зоны умеренно-континентальный, лето жаркое и сухое. Среднегодовое количество осадков – 564,3 мм, годовая сумма эффективных температур – 3262°C, ГТК – 1,04.

Исследования проводили по методике государственного сортоиспытания [13]. Сорта пшеницы выращивали по предшественнику чистый пар в сеялочном посеве с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Перед посевом вносили сложные минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$, весной проводилась подкормка аммиачной селитрой в дозе 26 кг д.в./га. Показатели качества зерна определяли в лаборатории качества зерна отдела селекции и первичного семеноводства озимых зерновых культур ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Технологическую оценку качества зерна и муки проводили по ГОСТ 54478–2011, ГОСТ 54895–2012, ГОСТ 10987–76, ГОСТ 13586.5, ГОСТ 27676–88, ГОСТ 27669–88.

Полученные данные обрабатывали по Доспехову [14], используя программу AgCStat для Microsoft Office Excel, доли влияния факторов на варьирование признака определяли по Дж. Снедекору [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В годы исследований складывались различные условия влагообеспеченности посевов озимой пшеницы (рис. 1), однако колошение приходилось на период повышенной влагообеспеченности, причем в 2017 г. более чем в 2 раза от климатической нормы, но налив зерна в этот год проходил в условиях, близких к среднемноголетним значениям. В 2015 г. налив зерна проходил при недостаточной влагообеспеченности посевов, тогда как в 2016 г. – при достаточной с обильными осадками в период уборки.

Температурный режим в годы проведения исследований также различался (рис. 2): в 2015 и 2017 гг. после возобновления весенней вегетации и до созревания зерна темпе-

ратура воздуха была близка к климатической норме (разница температур не превышала $1,4^{\circ}\text{C}$), тогда как в 2016 г. с момента возобновления весенней вегетации и до колошения температура воздуха превышала клима-

тическую норму на $5,1-0,1^{\circ}\text{C}$, что позволило растениям озимой пшеницы сформировать мощную вегетативную массу. Во все годы исследований налив зерна проходил в благоприятных температурных условиях.

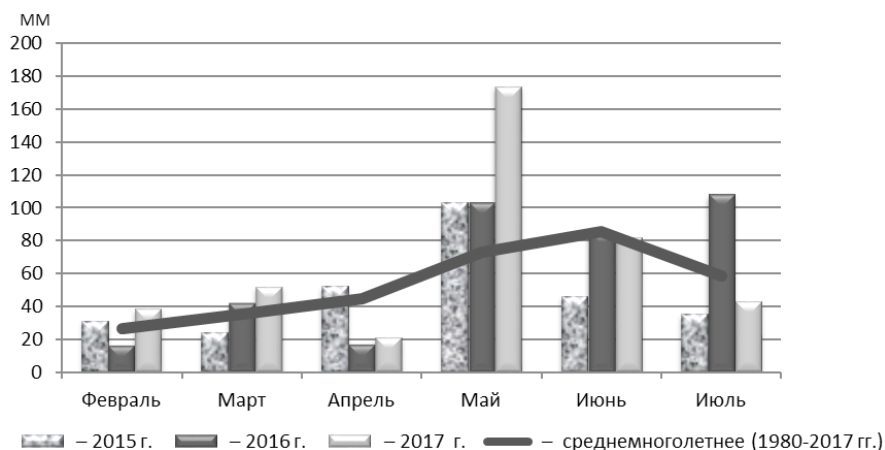


Рис. 1. Количество осадков в годы исследований
The number of precipitation in the years of research

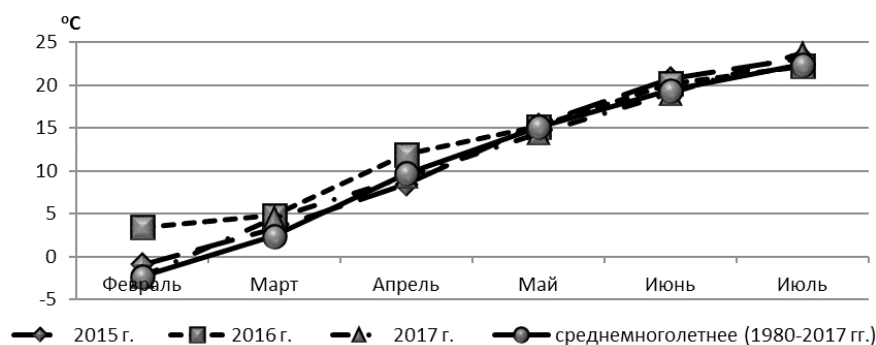


Рис. 2. Температурный режим воздуха в годы проведения исследований
Air temperature in the years of research

Формирование технологических, мукомольных и хлебопекарных достоинств зерна пшеницы – важнейший раздел селекции, семеноводства и растениеводства.

Физико-биохимические свойства зерна можно условно подразделить на группы показателей, характеризующих мукомольные и хлебопекарные качества.

К показателям первой группы относятся натура, стекловидность, масса 1000 зерен, крупность и др. Ко второй группе показателей относят количество и качество клейковины, физические свойства теста, показатели пробной выпечки хлеба и проч.

Натурой массы зерна называют массу 1 л зерна. Существует определенная связь между натурой зерна и его мукомольными

качествами. Найдена тесная положительная корреляция между натурой и мукомольными качествами ($0,7-0,8$) [16]. Чем выше натура, тем меньше в зерне содержится оболочек и больше эндосперма, следовательно, тем лучше мукомольные свойства зерна [17].

В наших исследованиях в среднем за 3 года выявлена обратная зависимость между величиной натурной массы и значениями ИДК ($-0,79$), отношением упругости к растяжимости теста ($-0,88$), водопоглотительной способностью муки ($-0,85$) (табл. 1).

По измерителю деформации (ИДК) определяются свойства упругости клейковины. По нашим данным, чем выше натурная масса зерна, тем более упругая клейковина.

Таблица 1

Корреляционная зависимость основных показателей качества зерна и муки озимой пшеницы (среднее за 2015–2017 гг.)
Correlation relationship among the basic parameters of grain and flour quality of soft winter wheat (average in 2015-2017)

Показатель	ИДК	P/L	ВПС муки, %	Сила муки, е.а.	Белок, %	Седиментация, мл	Число падения, с
Натура зерна, г/л	-0,79	-0,88	-0,85	-0,41	-0,04	0,14	0,18
Количество клейковины, %	-0,44	0,37	0,27	0,89	0,79	0,81	-0,14
Отношение Н: d	-0,155	-0,64	-0,13	-0,28	0,35	-0,52	0,82

В наших исследованиях сила муки напрямую зависит от количества и качества белка. Корреляция значения силы муки с содержанием белка составила 0,785.

Качественное и количественное содержание белков в клейковине пшеницы, определяющее силу муки, во многом зависит от наследственных особенностей сорта. Новый сорт Царица стабильно превосходил другие сорта озимой пшеницы, включая стандарт, по количеству клейковины. В среднем за 3 года получено 27,2% клейковины. В 2016 г.

сорт Царица сформировал зерно, по количеству и качеству клейковины соответствующее 2-му классу – 29,4%, остальные сорта имели клейковину 3-го класса. Наибольшее количество клейковины у сортов отмечено в 2016 г. (табл. 2). В условиях избыточного увлажнения 2017 г. сильнее всех снизили качество зерна Линия 1517 и сорт Зернетко 1 – на 2,9–3,1%, сформировав зерно 4-го класса. Засушливый период налива зерна в 2015 г. наиболее отрицательно повлиял на количество клейковины сорта Царица, сократив количество клейко-

Таблица 2

Влияние сортовых особенностей на количество клейковины в зерне (среднее за 2015–2017 гг.), %
The impact of variety features on the quality of fibrin in the grain (average in 2015-2017), %

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее по годам
Секлетия	23,6	26,3	24,4	24,8
Зернетко 1	22,6	25,5	22,4	24,2
Царица	25,2	29,4	27,0	27,2
Линия 1517	24,6	24,9	22,0	23,8
Батько (стандарт)	24,8	26,9	26,6	26,1
Среднее по сортам	24,2	26,6	24,5	25,1
НСР ₀₅ сорта				2,49
НСР ₀₅ годы				1,76

вины относительно 2016 г. на 4,2%. На формирование клейковины сортами пшеницы негативно повлияли засушливые условия налива зерна 2015 г. и избыточного увлажнения 2017 г., не позволив реализовать потенциал качества сортов. На варьирование признака количество клейковины в зерне доля влияния фактора сорт составила 43,23, фактора годы – 31,44%.

За годы исследований качества сортов пшеницы выявлена прямая зависимость содержания клейковины и белка, коэффициент корреляции равен 0,79.

Изучаемые сорта показали различные значения силы муки (табл. 3). Зерно Линии 1517 и сорта Зернетко 1 соответствует по силе хорошему филлеру (282–294 е.а.), Секлетия, Царица и Батько (стандарт) относится к удовлетворительному улучшителю (312, 332, 345 е.а. соответственно). Сорт Царица в течение трех лет в различных погодных условиях стабильно формировал клейковину первой группы, что свидетельствует о преобладании глютелиновой фракции белка и потенциале сильной пшеницы улучшителя.

Таблица 3

Качество зерна сортов мягкой озимой пшеницы (в среднем за 2015–2017 гг.)
Quality of soft winter wheat varieties (average in 2015–2017)

Сорт	Натура, г/л	Количество клейковины, %	ИДК	Сила муки, е. а.	P/L	H: d	Объём хлеба, см ³	ВПС муки, %	Белок, %	Число падения, с	Седиментация, мл
Секлетия	973	24,8	82,5	312	0,7	0,68	909	20,4	15,5	345	43
Зернетко 1	788	24,2	82,6	294	0,8	0,57	790	18,7	13,9	310	49
Царица	809	27,2	73,5	332	0,7	0,61	780	17,0	15,6	305	73
Линия 1517	807	23,8	76,0	282	0,57	0,61	815	14,5	13,6	284	56
Батько (стандарт)	776	26,1	80,8	345	0,9	0,54	825	21,3	15,0	271	67
НСР _{0,05}	14,46	1,96									

Нами установлен высокий коэффициент корреляции седиментации с количеством клейковины ($r = 0,806$). Изученные сорта показали различные значения силы муки по набуханию её в растворе уксусной кислоты. На основе этих анализов сорта Секлетия и Зернетко 1 относятся к ценным пшеницам (43–45 мл), сорта Царица, Батько и Линия 1517 – к сильным (56–73 мл).

Качество зерна пшеницы зависит также от состояния углеводно-амилазного комплекса зерна, которое характеризуется числом падения – показателем активности амилолитических ферментов (амилаз), которые действуют на крахмал. При повышенной влажности зерно пшеницы начинает прорастать, при этом резко повышается активность фермента альфа-амилазы, воздействующей на крахмал и влияющей на хлебопекарные свойства муки в процессе выпечки хлеба. Снижается водопоглотительная способность муки, выход хлеба и повышается его распыление при выпекании на поду. Нами выявлен коэффициент корреляции величины числа падения с соотношением H: d (распыляемости хлеба на поду), равный 0,82. Все исследуемые образцы характеризовались хорошей формоустойчивостью: 0,54–0,68 и низкой амилазной активностью (число падения 271–345 с). Благодаря балансу качественных белков клейковины и низкой активности амилолитических ферментов зерна в результате пробной выпечки получен хлеб большого объёма – 815–909 см³.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена обратная зависимость между величиной натурной массы и значениями деформации клейковины ИДК ($-0,7939$), отношением упругости к растяжимости теста ($-0,88$), водопоглотительной способностью муки ($-0,85$).

2. Сила муки напрямую зависит от количества белка и клейковины. Соотношение сила муки – белок составило 0,79. Сорта показали различные значения силы муки. Зерно Линии 1517 и сорта Зернетко 1 соответствует по силе хорошему филлеру (282–294 е. а.), Секлетия, Царица и Батько (стандарт) относятся к удовлетворительным улучшителям (312, 332, 345 е. а.). Сорт Царица в течение трех лет в различных погодных условиях стабильно формировал клейковину первой группы, что свидетельствует о преобладании глютелиновой фракции белка и потенциале сильной пшеницы улучшителя. На формирование клейковины сортами пшеницы негативно повлияли засушливые условия налива зерна в 2015 г. и избыточное увлажнение в 2017 г., не позволив реализовать потенциал качества сортов.

3. По значениям седиментации сорта Секлетия и Зернетко 1 относятся к ценным пшеницам (43–45 мл), сорта Царица, Батько и Линия 1517 – к сильным (56–73 мл).

4. Выявлен коэффициент корреляции величины числа падения и соотношения H: d (распыляемости хлеба на поду) равный 0,82. Все исследуемые образцы характеризовались хорошей формоустойчивостью (0,54–0,68) и низкой амилазной активно-

стью (число падения 271–345 с). Благодаря балансу качественных белков клейковины и низкой активности амилолитических ферментов зерна в результате пробной выпечки получен хлеб большого объема – 815–909 см³.

5. Сорт Царица из всех изученных сортов наиболее полно использует агротехнический, агроклиматический, эдафический и орографический потенциал Северо-Кавказского региона и является перспективным для возделывания в этих условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев [и др.] – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 520 с.
2. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в различных зонах Ставрополья / Н.А. Галушко, А.И. Хрипунов, Н.А. Морозов [и др.] // С.-х. журн. ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». – 2018. – № 4 (11). – С. 25–33.
3. Галушко Н. А., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы в условиях Северо-Кавказского региона // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 4 (72). – С. 78–81.
4. Источники высокого качества зерна в селекции мягкой озимой пшеницы и тритикале / Н.И. Соколенко, Н.М. Комаров, Н.А. Галушко, В.В. Дубина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 11. – С. 33–36.
5. Коммерческие и перспективные сорта озимой мягкой пшеницы в системе оценок качества зерна / М.М. Копусь, Н.С. Кравченко, Н.Г. Игнатьева [и др.] // Зерн. хоз-во России. – 2016. – № 2. – С. 34–37.
6. Антонов С. А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края // Изв. Оренбург. гос. ун-та. – 2017. – № 4 (66). – С. 43–46.
7. Умаева Л. З., Токарев В. С., Лисунова Л. И. Влияние погодных условий на качество зерна мягкой пшеницы // Кормопроизводство. – 2017. – № 10. – С. 22–25.
8. 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.
9. Нецветаев В. П., Копусь М. М., Рыжкова Т. А. Варианты глиаина и количество дисульфидных связей в белковом комплексе мягкой пшеницы // Науч. обозрение. Биол. науки. – 2014. – № 1. – С. 96–96.
10. Маслова Г. Я., Китлярова Н. И., Тоибова А. А. Фракционный состав белкового комплекса сортов озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания // Инновационная наука. – 2016. – № 3. – С. 56–58.
11. Оценка качества зерна мягкой пшеницы SDS-седиментацией / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пашенко, И.И. Попкова // С.-х. биология. – 2010. – № 3. – С. 63–70.
12. Казарцева А. Т., Сокол Н. В., Влащик Л. Г. Показатель седиментации и его роль в экспертизе качества зерна: метод. указания. – Краснодар, 2010. – 15 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 194 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: пер. с англ. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.
16. Мукомольные свойства зерна сортов озимой мягкой пшеницы / Н.Г. Игнатьева, Е.В. ИONOва, Н.Е. Васюшкина, Е.К. Кувшинова // Зерн. хоз-во России. – 2017. – № 1 (49). – С. 1–7.
17. Изучение физических и мукомольных свойств зерна сортов озимой мягкой пшеницы / Н.С. Кравченко, А.П. Самофалов, Н.Г. Игнатьева, Н.Е. Васюшкина // Аграр. вестн. Урала. – 2016. – № 5 (147). – С. 11–17.

REFERENCES

1. Kulincev, V.V. *Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraya* (System of agriculture of new generation of Stavropol Territory), Stavropol': AGRUS, 2013, 520 p. (In Russ.)
2. Galushko N.A., Hripunov A.I., Morozov N.A. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal FGBNU Severo-Kavkazskij FNAC*, 2018, No. 4 (11), pp. 25–33. (In Russ.)
3. Galushko N.A., Komarov N.M., Sokolenko N.I. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, No. 4 (72), pp. 78–81. (In Russ.)
4. Sokolenko N.I., Komarov N.M., Galushko N.A., Dubina V.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, No. 11 (32), pp. 33–36. (In Russ.)
5. Kopus», M.M., Kravchenko, N.S., Ignat'eva N.G., Dorohova D.P., Sarycheva N.I. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2016, No. 2, pp. 34–37. (In Russ.)
6. Antonov, S.A. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo Universiteta*, 2017, No. 4 (66), pp.43–46. (In Russ.)
7. Umaeva L.Z., Tokarev V.S., Lisunova L.I. *Kormoproizvodstvo*, 2017, No.10, pp. 22–25. (In Russ.)
8. Davidyanc E.H.S., Eroshenko F.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, No. 6 (31), pp. 21–26. (In Russ.)
9. Necvetaev V.P., Kopus' M.M., Ryzhkova T.A. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*, 2014, No. 1, 96 p.
10. Maslova G.YA., Kitlyarova N.I., Toibova A.A. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Innovacionnaya nauka»*, 2016, No. 3, pp. 56–58. (In Russ.)
11. Necvetaev, V.P. Lyutenko, O.V., Pashchenko L.S., Popkova I.I. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2010, No. 3, pp. 63–70. (In Russ.)
12. Kazarceva, A.T., Sokol N.V., Vlashchik L.G. *Pokazatel» sedimentacii i ego rol» v ehkspertize kachestva zerna* (Indicator of sedimentation and its role in examination of quality of grain), Krasnodar, 2010, 15 p.
13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops), M., 1989, 194 p.
14. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) (Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.
15. Snedekor Dzh. U. *Statisticheskie metody» v primenenii k issledovaniyam v sel'skom xozyajstve i biologii*, Perevod s angl., M., Sel'hozizdat, 1961, 503 p.
16. Ignat'eva N.G., Ionova E.V., Vasyushkina N.E., Kuvshinova E.K. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2017, No. 1 (49), pp. 1–7. (In Russ.)
17. Kravchenko, N.S., Samofalov A.P., Ignat'eva N.G., Vasyushkina N.E. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2016, No. 5 (147), pp. 11–17. (In Russ.)