

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НОВЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОРЛОВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Е.В. ХМЕЛЕВА**, кандидат технических наук, ORCID ID: 0000-0002-3867-6992,

E-mail: hmelevaev@bk.ru

**Р.Х. КАНДРОКОВ\***, кандидат технических наук, ORCID ID: 0000-0003-2003-2918,

E-mail: nart132007@mail.ru

**Н.А. БЕРЕЗИНА\*\***, доктор технических наук, ORCID ID: 0000-0001-7421-0332,

E-mail: prorector4@orelsau.ru

**Д.Н. КОРОЛЕВ**, аспирант

**В.С. СИДОРЕНКО\*\*\***, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0002-9921-6105

E-mail: w.s.sidorenko@gmail.com

ФГБОУ ВО ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА, г. ОРЁЛ

\* ФГБОУ ВО РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ),  
Г. МОСКВА

\*\* ФГБОУ ВО ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА, Г. ОРЁЛ

\*\*\* ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР, Г. ОРЁЛ

*Цель исследований – определение потенциальных мукомольных и хлебопекарных свойств зерна новых сортов озимой мягкой пшеницы Синева и Орловская 32. Установлено, что исследуемые сорта пшеницы обладают хорошими мукомольными свойствами и могут быть рекомендованы для переработки в сортовую хлебопекарную муку на мукомольных заводах при составлении помольных смесей. Предложена помольная партия, состоящая из 50% зерна пшеницы сорта Синева и 50% зерна пшеницы сорта Орловская 32, формирование которой позволило обеспечить соответствующее требованиям ГОСТ для муки хлебопекарной, значение содержания сырой клейковины, как одного из основных показателей, формирующих такие важные для потребителя показатели качества изделий, как объем, пористость и формоустойчивость хлеба.*

**Ключевые слова:** зерно, мягкая пшеница, выход муки, хлебопекарные свойства, мукомольные свойства.

**Для цитирования:** Хмелева Е.В., Кандроков Р.Х., Березина Н.А., Королев Д.Н., Сидоренко В.С. Технологический потенциал новых сортов пшеницы орловской селекции. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 4(48):110-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-110-122

## TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF NEW WHEAT VARIETIES OF OREL BREEDING

**E.V. Khmeleva, R.Kh. Kandrov\*, N.A. Berezina\*\*, D.N. Korolev, V.S. Sidorenko\*\*\***

FSBEI HE I.S. TURGENEV OREL STATE UNIVERSITY, Orel

\* FSBEI HE RUSSIAN BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY (ROSBIOTECH), Moscow

\*\* FSBEI HE N.V. PARAKHIN OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY, Orel

\*\*\* FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS, Orel

**Abstract:** *The aim of the research is to determine the potential flour-milling and baking properties of new varieties of wheat grain (Sineva, Orlovskaya 32) grown in the Orel region. It is established that the studied wheat varieties have good flour-milling properties and can be recommended for processing into varietal baking flour at flour mills when making milling mixtures. The milling batch consisting of 50 % of wheat grain of Sineva variety and 50 % of wheat grain of Orlovskaya 32 variety is presented, the formation of which allowed to provide the value of crude gluten content corresponding to GOST requirements for baking flour, as one of the main indicators forming such important for consumers quality indicators of products as volume, porosity and form stability of bread.*

**Keywords:** grain, soft wheat, flour output, baking properties, flour-milling properties.

**Введение.** Зерно – важнейший стратегический продукт, определяющий не только стабильное функционирование аграрного рынка, но и продовольственную безопасность страны. Производство зерна является основой развития всех отраслей сельского хозяйства и перерабатывающей (мукомольной, крупяной, хлебопекарной, макаронной, комбикормовой, спиртовой) промышленности. По данным Росстат пшеница занимает первое место в России по посевным площадям (табл. 1) и валовому сбору (табл. 2) и является одной из основных зерновых культур [1]. В последние годы на ее долю приходится более половины зернового клина и соответственно валового сбора всех зерновых культур страны.

По продовольственной значимости и масштабам производства пшеница занимает ведущее место. Динамика изменения потенциальной урожайности современных сортов озимой мягкой пшеницы за последние 10 лет представлена на рисунке 1.

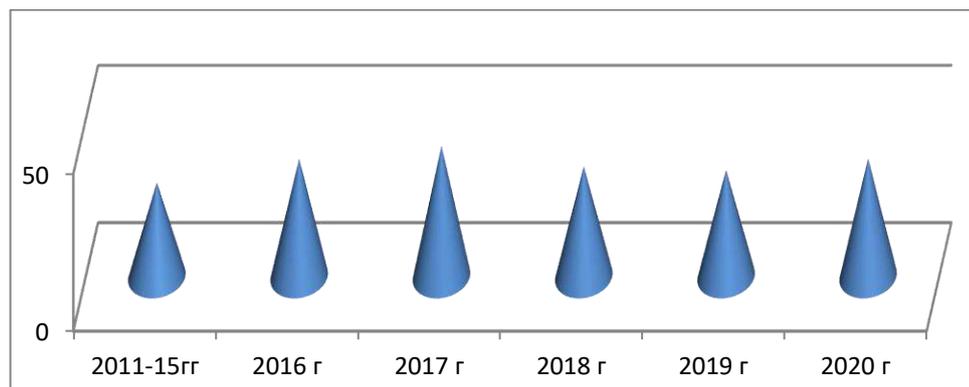
Таблица 1

**Посевные площади зерновых культур (тыс. га)**

Наименование культуры	2016	2017	2018	2019	2020
Зерновые и зернобобовые культуры, в том числе:	47 100	47 705	46 339	46 660	47 900
озимые зерновые культуры:	6 075	16 817	16 893	17 427	18 722
пшеница	14 041	14 954	15 296	15 835	16 914
рожь	1 262	1 180	978	849	980
ячмень	560	522	480	621	731
тритикале	212	160	138	121	98
Яровые зерновые и зернобобовые культуры:	31 025	30 889	29 447	29 234	29 178
пшеница	13 668	12 969	11 968	12 256	12 530
кукуруза на зерно	2 887	3 019	2 452	2 593	2 855
ячмень	7 762	7 488	7 845	8 172	7 799
овес	2 860	2 887	2 853	2 545	2 421
просо	435	265	260	393	446
гречиха	1 205	1 692	1 045	811	873
рис	208	187	182	194	197
Зернобобовые:	1 752	2 221	2 754	2 164	1 960
горох	1 071	1 328	1 435	1 252	1 314

**Валовый сбор зерновых (млн. т)**

Наименование культуры	В среднем за 2011-2015 гг.	2016	2017	2018	2019	2020
Зерно, в том числе	93,1	120,7	135,5	113,3	121,2	133,5
пшеница:	53,3	73,3	86,0	72,1	74,5	85,9
пшеница озимая	35,8	52,4	62,0	52,9	53,4	63,2
пшеница яровая	17,4	21,0	24,0	19,2	21,1	22,7
рожь	2,8	2,5	2,5	1,9	1,4	2,4
кукуруза на зерно	10,2	15,3	13,2	11,4	14,3	13,9
тритикале	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
ячмень:	16,7	18,0	20,6	17,0	20,5	20,9
ячмень озимый	1,5	2,2	2,2	1,8	2,5	2,3
ячмень яровой	15,2	15,8	18,5	15,2	17,9	18,7
овес	4,8	4,8	5,5	4,7	4,4	4,1
просо	0,537	0,629	0,316	0,217	0,440	0,396
гречиха	0,791	1,187	1,525	0,932	0,786	0,892
рис	1,040	1,081	0,987	1,038	1,099	1,142
Зернобобовые, из них	2,2	2,9	4,3	3,4	3,3	3,4
горох	1,6	2,2	3,3	2,3	2,4	2,7



*Рис. 1. Урожайность озимой мягкой пшеницы (ц/га)*

Отмечается рост урожайности, что во многом связано с селекционными достижениями российских ученых, которые создают более устойчивые к болезням и всяческим стрессам сорта зерновых культур, и в частности пшеницы. Но для таких перерабатывающих отраслей, как мукомольная, хлебопекарная, макаронная, особую важность наряду с урожайностью представляет качество зерна и соответственно качество полученной из него муки.

В лаборатории селекции зерновых крупяных культур ФНЦ ЗБК (г. Орел) активно ведутся исследования по созданию принципиально новых генотипов и сортов пшеницы с высокой урожайностью, превышающей существующие отечественные и зарубежные стандарты для использования в широком спектре сельскохозяйственных, производственных и продовольственных целей [2, 3]. Среди новых сортов селекции хорошие результаты показали такие сорта озимой мягкой пшеницы, как Синева и Орловская 32. Именно они послужили объектами наших исследований в части мукомольных свойств зерна и хлебопекарных свойств муки.

**Синева** (оригинаторы: ФГБНУ ФНЦ ЗБК, ООО «ЗБК-Центр», АО «Щелково-Агрохим», патент на селекционное достижение № 10109 Пшеница мягкая озимая *Triticum aestivum* L. Синева; (РФ) зарег. 26.03.2019.), явно отличающаяся от известных сортов пшеницы по урожайности, устойчивости к полеганию и болезням зерновых культур за счет сильного воскового налета необычного фиолетового цвета. Специалистами лаборатории сорт создавался в течение 9 лет методом индивидуального отбора высокопродуктивных растений из гибридной популяции: Лютеценс АВСГ х Мироновская 67. С 2016 по 2019 гг. сорт Синева прошел государственное сортоиспытание был внесен в Госреестр охраняемых селекционных достижений.

Агрономические характеристики сорта пшеницы Синева: вегетационный период 297-310 дней, среднепоздний сорт, созревает на 5-7 дней позже стандартного сорта Скипетр, зерно крупное, масса 1000 зерен 45,1-47,1 г, средняя урожайность зерна на сортоучастках Орловской области 67,3-71,8 ц/га, максимальная урожайность 95 ц/га получена на Щигровском ГСУ в 2019 г. Посевные площади в Орловской области в 12 хозяйствах 8 районов (ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района, КФХ «Пушиново» Новодеревеньковского района, КХ Половинкина В.И. Болховского района и других) в 2019 г. составили 4099 га [4]. Сорт Синева интенсивного типа и предназначен для выращивания на высоком агрофоне.

При создании этого сорта перед селекционерами стояла важная задача – получить такой сорт, чтобы и урожайность была высокой, и качество зерна не терялось, поскольку известна закономерность, что, чем выше урожайность, тем хуже зерно. В Орловской области выращивается более 400 тысяч гектаров озимой пшеницы, и все сорта, в основном, среднеспелые, то есть созревают в одно время. Урожайность этих сортов к концу уборки падает из-за недостатка сельскохозяйственной техники. Поэтому и назрела необходимость создания более поздних сортов, сохраняющих фотосинтетическую деятельность растений на 7-10 дней дольше, что дает возможность для дополнительного налива зерна, повышает урожайность, а также увеличивает период уборки.

Помимо высоких характеристик урожайности Синева толерантна к большинству листовых болезней, у нее имеется генетическая устойчивость к болезням. Сорт очень устойчив к осыпанию, ломкости колоса, и самое важное – к прорастанию зерна на корню.

**Орловская 32** (оригинатор ФГБНУ ФНЦ ЗБК, передан на государственное испытание в 2020 г) создан методом индивидуального отбора высокопродуктивных, устойчивых к стрессам растений из гибридной популяции: Шарада х Немчиновская 24.

Агрономические характеристики сорта пшеницы Орловская 32: среднеранний, с продолжительностью вегетационного периода 283-291 суток, зерно средней крупности, масса 1000 зерен 40-45 г, натура 762-780 г/л. Средняя урожайность этого сорта за годы конкурсного сортоиспытания в ФНЦ ЗБК (2018-2020 гг.) составила 7,1 т/га, что на 0,75 т/га выше стандарта Скипетр. Максимальная урожайность 104 ц/га получена в КХ «Водолей» Свердловского района в 2023 году. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, засухоустойчивостью, высокой стабильной урожайностью, более коротким вегетационным периодом, низкорослостью [5].

**Целью исследований** – определение потенциальных мукомольных и хлебопекарных свойств зерна новых сортов озимой мягкой пшеницы Синева и Орловская 32, выращенных в Орловской области.

#### **Материалы и методы исследования**

В качестве объектов исследований использовали зерно озимой мягкой пшеницы сортов Синева и Орловская 32 селекции Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур, а также полученную из них хлебопекарную муку.

**Методы исследований показателей качества зерна:** – содержание белка, клейковины – на анализаторе цельного зерна «Инфратек» по методике, прилагаемой к прибору; – массовая доля влаги по ГОСТ 13586.5-2015; – натура по ГОСТ 10840-2017; – стекловидность по ГОСТ 10987-76; – массовая доля белка по ГОСТ 10846-91; – массовая доля сырой

клейковины в зерне и ее качество по ГОСТ Р 54478-2011; – число падения по ГОСТ 27676-88.

Измельчение зерна исследуемых сортов и помольных смесей на их основе проводили на мельницах лабораторного помола МЛП-4 с нарезными и гладкими микрошероховатыми вальцами в условиях лаборатории кафедры «Зерна и зернопродуктов» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств». Основные механико-кинематические показатели мельницы МЛП-4 с нарезными вальцами следующие: производительность – 100 кг/час, скорость быстровращающегося вальца 4,5 м/с, дифференциал 1,75, расположение рифлей спинка по спинке, количество рифлей на 1-ом погонном сантиметре – 8 штук, уклон рифлей 8%. Межвальцовый зазор на I драной системе составил 0,7 мм, на II драной системе – 0,3 мм, на III драной системе – 0,15 мм, на IV драной системе – 0,1 мм и на V драной системе – 0,08 мм. При подготовке зерна к лабораторным помолам в качестве гидротермической обработки (ГТО), являющейся обязательной операцией при сортовых хлебопекарных помолах, применяли холодное кондиционирование, как наиболее распространенный метод и наименее затратный способ.

**Методы исследований мукомольных свойств зерна и хлебопекарных свойств муки:**

– белизна муки на приборе СКИБ-М по методике, прилагаемой к прибору; - влажность муки по ГОСТ 9404-88; – количество и качество клейковины пшеничной муки по ГОСТ 27839-2013; – число падения муки по ГОСТ 27676-88; – водопоглощительная способность муки по отношению массы воды, связанной продуктом, к исходной массе; – распыляемость шарика клейковины по общепринятой методике [6]; – сахарообразующая способность муки – по содержанию мальтозы в водно-мучной вытяжке после нагревания на водяной бане при температуре 30°C в течении 30 мин [6]; – газообразующая способность муки – по количеству выделившегося CO<sub>2</sub> за 5 часов брожения теста [6]; – способность муки к потемнению – по органолептическому определению разницы окраски теста из 10 г муки и 5 см<sup>3</sup> воды, которое помещают в увлажненный эксикатор (на дне налита вода), находящийся в термостате при температуре 40°C на 4 ч [6]; – органолептические показатели хлеба по ГОСТ 5667-65 и ГОСТ 27669-88; – влажность хлеба по ГОСТ 21094-75; – титруемая кислотность мякиша хлеба по ГОСТ 5670-96; – пористость мякиша по ГОСТ 5669-96; – формоустойчивость хлеба по отношению высоты хлеба к его диаметру (H/D); – удельный объем хлеба по ГОСТ 27669-88.

**Результаты и их обсуждение**

На первом этапе исследований были определены физико-химические и биохимические показатели качества зерна пшеницы (табл. 3), используемого в работе.

Анализ полученных результатов показал, что исследуемые сорта озимой пшеницы имеют различные показатели качества. По стекловидности пшеница Синева может быть отнесена к группе низко стекловидных пшениц (стекловидность менее 40%), а пшеница Орловская 32 – к группе средне стекловидных (стекловидность от 40 до 60%). Натура зерна имеет средние значения.

Таблица 3

**Показатели качества зерна пшеницы (урожай 2021 г)**

Наименование показателя	Значение показателя для сорта	
	Синева	Орловская 32
Влажность, %	12,8	11,0
Стекловидность, %	17	60
Натура, г/л	775	746
Количество сырой клейковины, %	24,9	28,0
Качество клейковины, ед. приб. ИДК	65	90
Число падения, с	212	253
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	12,1	15,2

Показатель число падения, характеризующий активность ферментов зерна, и в первую очередь амилаз, не превышает установленных нормативом значений. Одними из важнейших показателей качества зерна пшеницы, используемой для производства хлебобулочных изделий, являются содержание белка, количество и качество клейковины, во многом зависящие от почвенно-климатических условий выращивания и уровня агротехники, и определяющие силу муки, полученной из этого зерна. По вышеперечисленным показателям пшеница Синева (содержание белка 12,1%, клейковины 24,9%) согласно ГОСТ 34702-2020 является пшеницей-филлером и может использоваться для подсортировки к пшенице сильной или средней для формирования помольной партии при производстве хлебопекарной муки. Пшеница Орловская 32 (содержание белка 15,2%, клейковины 28%) напротив обладает свойствами сильной пшеницы (пшеница-улучшитель) и может использоваться для формирования помольной партии при производстве хлебопекарной муки с целью улучшения хлебопекарных свойств слабой пшеницы и/или пшеницы-филлера и обеспечения получения стандартной по качеству хлебопекарной муки. Полученные результаты легли в основу составления помольных партий зерна, смешиваемых для обеспечения определенного значения одного или нескольких показателей качества и направляемых в помольную смесь. Была предложена помольная партия, состоящая из 50% зерна пшеницы сорта Синева и 50% зерна пшеницы сорта Орловская 32.

Для оценки мукомольных свойств зерна сортов Синева и Орловская 32 были произведены лабораторные помолы зерна и помольных смесей на их основе с определением выхода промежуточных продуктов измельчения в драном процессе. При этом смоделировали все 5 драных, крупнообразующих систем. Полученные данные представлены в таблицах 4, 5.

Таблица 4

**Выход промежуточных продуктов размола и муки из сортов Синева и Орловская 32**

Технологическая система, величина межвальцового зазора, мм	Выход промежуточных продуктов, %							
	Синева				Орловская 32			
	сход 850 мкм	сход 450 мкм	сход 132 мкм	проход 132 мкм	сход 850 мкм	сход 450 мкм	сход 132 мкм	проход 132 мкм
I драная система, 0,70	82,9	7,3	7,4	3,1	84,2	6,6	6,8	2,4
II драная система, 0,30	55,8	14,0	7,6	3,1	74,6	7,2	3,1	1,6
III драная система, 0,15	31,8	14,3	7,4	2,2	45,5	16,3	8,0	2,7
IV драная система, 0,10	16,9	8,8	4,7	1,4	29,1	10,2	4,2	1,5
V драная система, 0,08	11,8	4,1	1,9	0,9	18,3	7,1	2,7	1,3
Всего:		48,5	29,0	10,7		47,4	24,8	9,5

Как видно из таблицы 4, общий выход промежуточных продуктов измельчения из зерна мягкой озимой пшеницы сортов Синева и Орловская 32 по результатам проведенного лабораторного помола составил 88,2% и 81,7%, в том числе 10,7% и 9,5% муки соответственно, что свидетельствует о высоких потенциальных мукомольных свойствах этих сортов зерна пшеницы. Мукомольные свойства предложенной помольной смеси пшеницы сорта Орловская 32 и сорта Синева (табл. 5) также оказались высоки: суммарное извлечение промежуточных продуктов измельчения на всех драных системах было повышенным, что свидетельствует о хорошем процессе крупнообразования (общий выход промежуточных продуктов измельчения составил 90,2%, в том числе 9,8% муки).

Таблица 5

**Выход промежуточных продуктов размола и муки из помольной смеси пшеницы сорта Орловская 32 и сорта Синева в соотношении 50 % на 50 %**

Технологическая система, величина межвальцового зазора, мм	Выход промежуточных продуктов, %			
	Сход 850 мкм	Сход 450 мкм	Сход 132 мкм	Проход 132 мкм
I драная система, 0,70	88,3	7,1	7,1	2,8
II драная система, 0,30	49,2	16,3	12,4	4,3
III драная система, 0,15	25,2	18,2	3,7	2,3
IV драная система, 0,10	14,9	6,7	2,8	1,2
V драная система, 0,08	9,8	3,5	1,1	0,7
Всего:		51,8	27,1	11,3

Для наиболее объективной оценки потенциальных мукомольных свойств зерна был проведён анализ данных по выходу и белизне муки на всех технологических системах лабораторного помола (табл. 6).

Таблица 6

**Выход потоков пшеничной муки со всех технологических систем**

Технологическая система	Выход и белизна пшеничной муки, %/ед.пр. СКИБ-М		
	Синева	Орловская 32	50% Орловская 32 + 50% Синева
I драная система	3,2/33,8	2,6/26,4	2,8/29,2
II драная система	3,2/37,7	1,7/29,9	4,2/41,4
III драная система	2,3/37,9	2,9/33,7/	2,4/38,4
IV драная система	1,4/36,8	1,5/30,2	1,2/35,1
V драная система	0,9/30,6	1,3/25,9	0,7/24,4
Муки с драных систем, %	11,1	10,0	11,3
1 размольная система	36,0/59,5	30,5/54,4	32,3/58,4
2 размольная система	12,4/54,4	13,7/51,0	15,1/54,7
3 размольная система	10,8/49,7	10,2/42,1	10,8/43,8
4 размольная система	5,0/38,8	2,9/33,9	4,7/35,1
5 размольная система	2,2/31,2	2,7/26,9	2,6/26,7
6 размольная система	1,3/24,1	1,4/22,3	1,8/16,4
Муки с размольных систем, %	67,6	61,4	67,3
Муки В/с, %	59,2	29,9	47,5
Муки I с, %	19,6	40,3	31,1
Всего муки, %	78,8	70,2	78,6

Анализ полученных результатов лабораторного помола показал, что общий выход сортовой хлебопекарной муки из зерна мягкой озимой пшеницы сорта Синева составил 78,8%, из них 59,2% муки высшего сорта, 19,6% муки первого сорта и 21,2% отрубей, что свидетельствует о ее отличных потенциальных мукомольных свойствах. Общий выход сортовой хлебопекарной муки из зерна мягкой озимой пшеницы сорта Орловская 32 по результатам проведенного лабораторного помола составил 70,2%, из них 29,9% муки высшего сорта, 40,3% муки первого сорта и 21,2% отрубей, что свидетельствует о ее хороших потенциальных мукомольных свойствах. Общий выход сортовой хлебопекарной муки из помольной зерновой смеси составил 78,6%, в том числе 47,5% муки высшего сорта, 31,1% муки первого сорта и 21,4% отрубей, что также говорит об отличных потенциальных мукомольных свойствах этой смеси. Для обоснования технологической пригодности и возможности использования муки, полученной из новых сортов зерна озимой пшеницы, в хлебопекарном производстве была проведена оценка хлебопекарных свойств муки, определяющих качество выпеченного хлеба (табл. 7).

**Хлебопекарные свойства муки из пшениц сортов Синева, Орловская 32 и помольной смеси**

Наименование показателя	Значение показателя для сортов пшеничной муки:					
	высший сорт (Синева)	первый сорт (Синева)	высший сорт (Орловская 32)	первый сорт (Орловская 32)	высший сорт (50% Орловская 32 + 50% Синева)	первый сорт (50% Орловская 32 + 50% Синева)
Содержание белка, %	9,55	10,41	11,43	11,86	10,5	11,1
Массовая доля сырой клейковины, %	25,4	27,5	32,8	33,2	29,0	31,6
Качество клейковины, ед. пр. ИДК	70	76,5	94	96	82	90
Цвет клейковины	темно-кремовый	темно-кремовый	кремовый	кремовый	кремовый	кремовый
Растяжимость клейковины, см	9	10	12	19	10	17
Эластичность клейковины	хорошая	хорошая	хорошая	средняя	хорошая	средняя
Расплываемость шарика клейковины, мм						
0 мин	27	27	27	27	27	27
60 мин	29	30	28	33	33	34
120 мин	32	34	31	36	35	36
180 мин	34	35	35	40	37	39
Водопоглотительная способность муки, %	58,8	55,6	66,7	62,5	66,0	64,5
Число падения, с	320	318	420	426	415	420
Содержание сахаров, %	1,5	1,84	1,67	1,68	1,52	1,7
Сахарообразующая способность, мг мальтозы	210	232	260	267	292	298
Газообразующая способность, см <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> (за 5 часов)	1570	1761	1683	1725	1569	1710

В оценке хлебопекарного достоинства пшеничной муки первостепенное значение имеет ее сила, характеризующая способность муки образовывать тесто с определенными структурно-механическими свойствами, определяющая необходимое количество воды на замес теста, влияющая на свойства теста в технологическом процессе (стадиях брожения и расстойки), формирующая газо- и формоудерживающую способность теста, обуславливающая объем и пористость хлеба.

Анализируя состояние белково-протеиназного комплекса исследуемых сортов муки, можно отметить весомое преимущество муки, полученной из зерна пшеницы сорта Орловская 32, в части таких показателей как содержание белка и сырой клейковины, составляющих соответственно 11,43-11,86% и 32,8-33,2% для муки высшего и первого сортов. При этом качество клейковины характеризуется достаточно высокими значениями ИДК (94-96 ед. прибора), попадая в группу «удовлетворительно слабая». Следует отметить, что упругие свойства сырой клейковины образцов пшеничной муки из зерна сорта Орловская 32 не оптимальные для производства хлебобулочных изделий. Слабая клейковина (более 80 ед. пр. ИДК) с высокой эластичностью сильно растягивается и после растяжения форма образца не восстанавливается, тесто из такой муки расплывается. Под действием выделяющегося при брожении углекислого газа тесто из муки со слабой клейковиной быстро поднимается, а затем падает и не восстанавливает своего объема. Поэтому хлебобулочные изделия могут иметь малый объем, невысокую пористость.

Мука, полученная из зерна пшеницы сорта Синева, содержит невысокое количество белка и несоответствующее требованиям ГОСТ содержание сырой клейковины (9,55-10,41% и 25,4-27,5% соответственно), но по качеству клейковина относится к группе «хорошая».

Значения полученной водопоглотительной способности муки анализируемых сортов коррелируют с показаниями по содержанию белков и клейковины. Наиболее высокой водопоглотительной способностью обладает мука высшего сорта из пшеницы сорта Орловская-32, самой низкой - мука первого сорта из пшеницы сорта Синева.

Мука, полученная из предложенной помольной смеси (50% Орловская 32 + 50% Синева), по вышеперечисленным показателям белково-протеиназного комплекса занимает промежуточное положение, обеспечивая получение стандартной по качеству хлебопекарной муки, что подтверждает важность и правильность формирования помольных партий. Так, содержание сырой клейковины в муке высшего сорта составляет 29,0%, первого сорта – 31,6%, по качеству клейковина «удовлетворительно слабая» (82-90 ед. пр. ИДК), водопоглотительная способность 64,5-66%.

Формирование помольной партии зерна позволило обеспечить соответствующее требованиям ГОСТ для муки хлебопекарной значение содержания сырой клейковины (для муки высшего сорта не менее 28%, для муки первого сорта не менее 30%), как одного из основных показателей, формирующих такие важные для потребителя показатели качества изделий, как объем и пористость хлеба.

Не менее важным хлебопекарным свойством муки является ее газообразующая способность, от которой зависит процесс брожения теста, окраска, вкус, аромат и пористость хлеба. Известно, что эта способность зависит от содержания простых сахаров в муке и в большей степени от сахарообразующей способности самой муки. Сахарообразующая способность муки это способность обеспечивать дрожжи в процессе тестоведения достаточным количеством сахара и образовывать резерв остаточных сахаров, необходимых для получения хлеба нормального качества.

Из представленных в таблице 7 результатов исследований видно, что содержание собственных сахаров в анализируемых сортах муки, играющих роль на начальном этапе брожения теста, невелико (1,5-1,8%), а газообразующая способность всех сортов муки достаточно высока (1570-1760 см<sup>3</sup>), что указывает на активность амилолитических ферментов и податливость крахмала их действию. Число падения, косвенно характеризующее активность  $\alpha$ -амилазы, составило 320-420 с, что позволяет предположить о невысокой активности этого нежелательного для пшеничного хлеба фермента. В тоже время

сахарообразующая способность (активность  $\beta$ -амилазы и податливость крахмала ее действию) у муки достаточно высока: из зерна сорта Синева составляет 210-232 мг мальтозы, Орловская 32 – 260-267 мг мальтозы, муки из помольной смеси – 292-298 мг мальтозы на 10 г муки. Вероятно это связано с размером частиц муки и степенью повреждения крахмальных зерен при помоле зерна, так как сахарообразующая способность муки из нормального непроросшего зерна пшеницы ввиду избыточного содержания  $\beta$ -амилазы в основном обуславливается атакуемостью ее крахмала. Чем мельче частицы муки и зерна крахмала и чем в большей мере они повреждены при размоле зерна, тем выше сахарообразующая способность муки.

Из светлой муки не всегда удаётся получить хлеб со светлым мякишем. Это связано со способностью муки к потемнению, которая определяется содержанием в муке свободной аминокислоты тирозина и активностью фермента полифенолоксидазы (тирозиныазы), катализирующего окисление тирозина с образованием тёмноокрашенных меланинов.

В результате исследования показателя способности муки к потемнению установили, что низкой способностью к потемнению обладают высшие сорта муки, полученные из зерна озимой пшеницы сортов Синева, Орловская 32, также из их смесей. В то время как мука первого сорта из зерна сорта Синева показала небольшую способность к потемнению лепешки теста. Вероятно, это может быть связано, во-первых, с попаданием периферийных частей зерновки при помоле, содержащих в себе ферменты, во-вторых, с предположительным наличием в зерне пшеницы сорта Синева и полученной из него муке антоциановых соединений.

Проанализированные показатели белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов муки дают характеристику одному или нескольким показателям ее качества и хлебопекарных свойств. Наиболее полной получается оценка муки по пробной выпечке (ГОСТ 27669-88). ГОСТ предусматривает безопасный способ приготовления теста из муки, воды, дрожжей и соли с определенной для каждого сорта муки влажностью теста, регламентированными параметрами брожения и выпечки изделий. В этом случае о хлебопекарных свойствах муки судят по качеству полученного из нее хлеба, а именно по органолептическим показателям изделия, объемному выходу формового хлеба и формоустойчивости подового. В дополнении к перечисленным показателям в исследованиях также произвели оценку основных показателей качества хлеба: влажности, пористости и кислотности выпеченных изделий. В таблице 8 и на рисунке 2 представлены результаты пробной выпечки.

Оценка хлебопекарных свойств муки пробной выпечкой показала следующее:

– мука пшеничная из зерна сорта Синева, несмотря на хороший показатель ИДК (70 и 76 ед. прибора соответственно), имеет низкое содержание клейковины (25,4 и 27,5% соответственно), в связи с чем, выпеченные хлебобулочные изделия имели невысокий объем и пористость, но хорошую формоустойчивость.

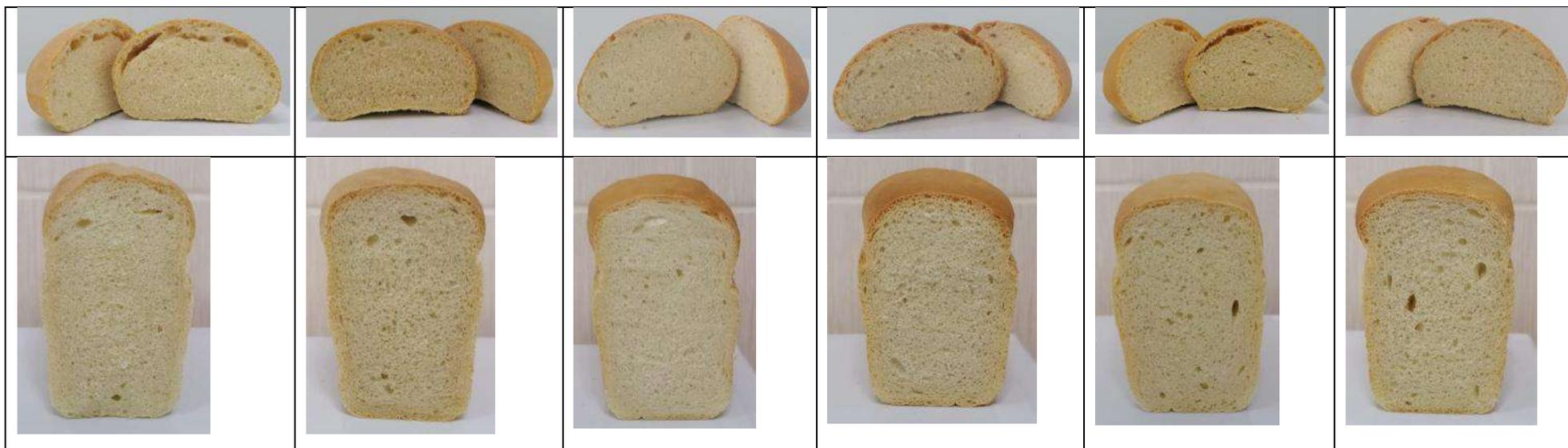
– мука пшеничная из зерна сорта Орловская-32 имеет самое высокое содержание клейковины (32,8 и 33,2% соответственно), но слабая по силе (показатель ИДК 94 и 96 ед. прибора соответственно), поэтому подовые изделия расплывчатые (обладают низкой формоустойчивостью), а формовые за счет повышенного содержания клейковины имеют высокий удельный объем и пористость.

– высокими значениями удельного объема, пористости и формоустойчивости обладают хлебобулочные изделия из муки высшего сорта помольной смеси (50% Орловская 32 + 50% Синева), что подтверждает необходимость смешивания разных по качеству партий муки.

Органолептические показатели, массовая доля влаги и титруемая кислотность всех выпеченных образцов соответствовали требованиям ГОСТ 31805-2018.

**Органолептические и физико-химические показатели качества выпеченных изделий**

Наименование показателя	Значение показателя для сортов пшеничной муки:					
	высший сорт (Синева)	первый сорт (Синева)	высший сорт (Орловская 32)	первый сорт (Орловская 32)	высший сорт (50% Орловская 32 + 50% Синева)	первый сорт (50% Орловская 32 + 50% Синева)
Внешний вид хлеба: форма	правильная	правильная	правильная	правильная	правильная	правильная
поверхность корки	ровная, гладкая	ровная, гладкая	ровная, гладкая	ровная, гладкая	ровная, гладкая	ровная, гладкая
цвет корки	светло-коричневый	коричневый	светло-коричневый	коричневый	коричневый	коричневый
Состояние мякиша: цвет	светлый	сероватый	светлый	сероватый	сероватый	сероватый
равномерность окраски	равномерная	равномерная	равномерная	равномерная	равномерная	равномерная
эластичность	эластичный	эластичный	эластичный	эластичный	эластичный	эластичный
Пористость мякиша: равномерность	не равномерная	не равномерная	равномерная	не равномерная	равномерная	не равномерная
крупность пор	средняя	средняя	мелкая	средняя	средняя	средняя
толщина стенок пор	тонкостенная	тонкостенная	тонкостенная	тонкостенная	тонкостенная	тонкостенная
липкость	не липкий	не липкий	не липкий	не липкий	не липкий	не липкий
Вкус	свойственный хлебу, без посторонних привкусов	свойственный хлебу, без посторонних привкусов	свойственный хлебу, без посторонних привкусов	свойственный хлебу, без посторонних привкусов	свойственный хлебу, без посторонних привкусов	свойственный хлебу, без посторонних привкусов
Хруст	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Комкуемость при разжёвывании	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Крошковатость	некрошащийся	некрошащийся	некрошащийся	некрошащийся	некрошащийся	некрошащийся
Формоустойчивость подового изделия (Н:Д)	0,59±0,02	0,53±0,02	0,43±0,02	0,41±0,02	0,53±0,02	0,43±0,02
Удельный объем формового хлеба, см <sup>3</sup> /г	2,62±0,1	2,80±0,1	2,87±0,1	2,90±0,1	2,99±0,1	2,84±0,1
Влажность хлеба, %	41,2±0,2	42,6±0,2	42,2±0,2	43,2±0,2	42,0±0,2	43,0±0,2
Пористость хлеба, %	77,6±0,5	75,1±0,5	79,9±0,5	78,0±0,5	78,4±0,5	77,1±0,5
Кислотность хлеба, %	1,2±0,2	1,6±0,2	1,4±0,2	1,6±0,2	1,4±0,2	1,8±0,2
Выход хлеба, %	143,0±1,0	143,4±1,0	139,4±1,0	142,2±1,0	142,6±1,0	143,0±1,0



*Рис. 2. Фото выпеченных образцов (слева направо: высший сорт Синева, 1 сорт Синева, высший сорт Орловская 32, 1 сорт Орловская 32, высший сорт 50% Орловская 32 + 50% Синева, 1 сорт 50% Орловская 32 + 50% Синева)*

### Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований пшеницу Синева можно отнести к пшенице-филлеру и использовать для подсортировки к пшенице сильной или средней для формирования помольной партии при производстве хлебопекарной муки; пшеницу Орловская 32 – к пшенице-улучшителю для формирования помольной партии при производстве хлебопекарной муки с целью улучшения хлебопекарных свойств слабой пшеницы и/или пшеницы-филлера и обеспечения получения стандартной по качеству хлебопекарной муки.

Оценка технологического достоинства полученных сортов муки проведена по мукомольным и хлебопекарным свойствам. Исследуемые новые сорта пшеницы обладают хорошими мукомольными свойствами и могут быть рекомендованы для переработки в сортовую хлебопекарную муку на мукомольных заводах при составлении помольных смесей. Предложена помольная партия, состоящая из 50% зерна пшеницы сорта Синева и 50% зерна пшеницы сорта Орловская 32, формирование которой позволило обеспечить соответствующее требованиям ГОСТ для муки хлебопекарной значение содержания сырой клейковины, как одного из основных показателей, формирующих такие важные для потребителя показатели качества изделий, как объем, пористость и формоустойчивость хлеба.

### Литература

1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>
2. Вилунов, С.Д., Зотиков В.И., Сидоренко В.С. и др. Применение вегетационных индексов в селекции озимой мягкой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 3 (43). – С. 73-83.
3. Зотиков, В. И., Сидоренко В. С., Матвейчук П. В. Продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы и сои в ООО "Дубовицкое" // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1 (33). – С. 92-98.
4. Пшеница мягкая озимая Синева: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8354631/?ysclid=lb13xwufai789186862>
5. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. – Орел: Изд-во ООО «Картуш», – 2022. – 204 с. Авторы: Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Понарина В. И., Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В. и др.
6. Корячкина, С.Я., Лабутина Н.В., Березина Н.А., Хмелева Е.В. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий. – Москва: ДеЛи плюс, – 2012. – 740 с.

### References

1. Agricultural bulletins (electronic versions) <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>
2. Vilyunov S.D., Zotikov V.I., Sidorenko V.S. et al. Application of vegetation indices in breeding winter soft wheat // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. - 2022. - № 3 (43). - Pp. 73-83.
3. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Matveichuk P. V. Productivity and grain quality of winter wheat and soybean varieties at Dubovitskoye LLC // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. - 2020. - № 1(33). - Pp. 92-98.
4. Soft winter wheat Sineva: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8354631/?ysclid=lb13xwufai789186862>
5. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Panarina V.I., Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V. et al. Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog. Orel, OOO PF «Kartush» Publ., 2022, 204 p.
6. Koryachkina S.Ya., Labutina N.V., Berezina N.A., Khmeleva E.V. Quality control of raw materials, semi-finished products and bakery products. Moscow: DeLi plus, 2012. - 740 p.