

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛИНИЙ ГОЛОЗЕРНОЙ ПОЛБЫ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЁМЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ, ПО УРОЖАЙНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

М.А. КУЗЬМИЧ, доктор сельскохозяйственных наук, m-kuzmich@yandex.ru

Н.Б. САЛЬНИКОВА*, старший научный сотрудник, nat.salnicova243@yandex.ru

Л.С. КУЗЬМИЧ, кандидат биологических наук

Е.В. СОБОЛЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

О.П. КОНДРАТЬЕВА, старший научный сотрудник

Я.Е. ВИЛЬХОВОЙ, младший научный сотрудник

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

*ТУЛЬСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

Аннотация. Изучены динамика урожайности и технологические характеристики коллекции из 11 линий голозерной полбы *Triticum dicoccum*. Для внедрения в производство рекомендованы две линии, превосходящие сорт пленчатой полбы Руно по урожайности, стабильности и адаптивности. В среднем за 6 лет их урожайность составила около 3,5 т/га. Установлено, что зерно полбы содержало в среднем не менее 13,5% белка и 25% клейковины, что соответствует требованиям к хлебопекарному зерну. Клейковина полбяной муки обладала низкой растяжимостью, отношение P/L было близким к верхнему пределу оптимума для хлебопекарной муки или превышала его. Удельная работа деформации теста (W) была ниже, чем у муки хлебопекарной, полученной из мягкой пшеницы с аналогичными параметрами. Полбяной хлеб, выпеченный по методике, принятой в сортоиспытании, имел небольшой объем (до 400 см³), неравномерную пористость мякиша, однако отличался сильным запахом и приятным вкусом. Каша из полбы была рассыпчатой, имела четко выраженный золотисто-кремовый оттенок, тогда как пшеничная каша обладала более коричневым цветом. Для приготовления полбяной каши требовалось больше воды и времени, чем для крупы из мягкой пшеницы. Содержание клетчатки в полбяной крупе было выше, чем в пшеничной в 1,3-1,5 раза.

Ключевые слова: полба, твердая и мягкая пшеница, крупяные свойства, реологические свойства теста, хлебопекарная оценка муки.

Для цитирования: Кузьмич М.А., Сальникова Н.Б., Кузьмич Л.С., Соболева Е.В., Кондратьева О.П., Вильховой Я.Е. Сравнительная оценка линий голозерной полбы (*Triticum dicoccum*), выращиваемой на выщелоченном чернозёме Тульской области, по урожайности и технологическим свойствам. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 1(53):75-83. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-75-83

COMPARATIVE EVALUATION OF LINES OF NAKED GRAIN EMMER GROWN ON LEACHED CHERNOZEM OF TULA REGION ON YIELD AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES

**M.A. Kuz'mich, N.B. Sal'nikova*, L.S. Kuz'mich, E.V. Soboleva, O.P. Kondrat'eva,
Ya.E. Vil'khovoi**

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

* TULA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE — BRANCH OF FSBSI FRC
«NEMCHINOVKA»

Abstract: *Yield dynamics and technological characteristics of a collection of 11 lines of naked grain emmer (*Triticum dicoccum*) were studied. Two lines superior to the filmy emmer variety Runo in yield, stability and adaptability are recommended for introduction into production. Their 6-year average yield was about 3.5 t/ha. It was found that emmer grain contained on average at least 13.5% protein and 25% gluten, which meets the requirements for baking grain. The gluten of emmer flour had low tensile strength, the P/L ratio was close to or exceeded the upper limit of the optimum for baking flour. The specific work of dough deformation (*W*) was lower than that of baking flour obtained from soft wheat with similar parameters. Emmer bread, baked according to the method adopted in the variety trial, had a small volume (up to 400 cm³), uneven porosity of the crumb, but was distinguished by a strong smell and pleasant taste. The emmer porridge was crumbly and had a distinct golden-cream color, whereas the wheat porridge had a more brown color. Emmer porridge required more water and time to cook than soft wheat cereal. Fiber content in emmer groats was higher than in wheat groats by 1.3-1.5 times.*

Keywords: emmer, durum wheat, soft wheat, cereal properties, rheological properties of dough, baking evaluation of flour.

Введение

Возрождение полбы в нашей стране, которое мы наблюдаем в последнее время, обусловлено, прежде всего, её высокими потребительскими свойствами. Сторонники здорового питания обращают внимание на повышенное содержание пищевых волокон, органолептические и гипоаллергенные свойства продуктов из полбяного зерна [1]. Несмотря на незначительные объемы производства полбы, она уже вполне успешно завоевывает зарубежные рынки. Однако возделывание полбы сложнее, чем других злаков. Наличие пленок на зерновке требует дополнительного шелушения, без которого переработка зерна и его посев обычными сеялками практически невозможны. Поэтому одним из направлений селекционного процесса является создание голозерных форм полбы.

Цель исследований – изучить продуктивность, устойчивость к патогенам и технологические свойства 12 линий голозерной полбы, созданных в ВИР.

Материал и методы исследований

Все линии полбы различного эколого-географического происхождения представлены ботанической формой (*Triticum dicoccum*), т. е. принадлежат к твердой пшенице. Полевые эксперименты проводили в Тульском НИИСХ филиале ФИЦ «Немчиновка» на выщелоченном черноземе. Под предпосевную культивацию ежегодно вносили по 34,5 кг/га азота в форме аммиачной селитры. Качество зерна, муки и крупы исследовали в лаборатории технологии и биохимии зерна ФИЦ «Немчиновка». Белок и крахмал определяли с помощью И.К. анализатора Spectra Star 2400 (2017-2019 гг.) и Spectra Star 2600ХТ (2020-2024 гг.), количество сырой клейковины – вручную. Реологические свойства теста определяли на Миксолабе (функция фаринограф) и Альвеолабе. Помол зерна провели на автоматической лабораторной мельнице МСКА фирмы Бюллер по методике ВНИИЗ [2]. Хлеб 100 г муки выпекали по методике, принятой в сортоиспытании. Подробнее условия проведения экспериментов, а также часть промежуточных результатов опубликованы в более ранних работах [3, 4]. В данной статье обобщены материалы за весь период исследований.

Результаты и их обсуждение

За 6 лет эксперимента, средняя урожайность в пересчете на гектар составила 3,16 т (табл. 1). Так как эти данные получены в мелкоделяночном опыте с применением ограниченного количества удобрений, для яровой культуры такие результаты являются приемлемыми.

В среднем, по РФ за последние 10 лет с гектара собирают не более 21 ц. Как правило, урожайность твердых пшениц, которые выращиваются в более южных регионах с пониженным количеством выпадающих осадков, уступает мягким пшеницам. Поэтому образцы нашей коллекции вполне конкурентоспособны с допущенными к возделыванию сортами яровой пшеницы. Пленчатый сорт полбы Руно, выбранный в качестве стандарта, превосходил среднюю урожайность по опыту во все годы наблюдений. Две линии 31-1-2/13

и 32/17 (пор. № 6 и 12) за этот период показали результат практически на уровне стандарта. В годы с менее благоприятными условиями для возделывания (2018 и 2020 гг.), они превосходили стандарт.

Таблица 1

Урожайность полбы, 2017-2022 гг., т/га

№ п/п	Сорт, линия	Годы						В среднем
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	
1	Руно, st	-	1,38	3,55	1,42	5,62	5,10	3,41
2	42-43-46/15	2,63	1,39	3,36	1,22	3,58	3,60	2,63
3	34-13	2,08	1,38	4,46	2,76	4,10	4,10	3,14
4	39-15	3,43	1,60	4,31	2,13	4,53	4,05	3,34
5	49-15	3,15	1,56	4,43	1,74	3,94	4,35	3,19
6	31-1-2/13	3,72	1,78	4,97	2,06	4,03	4,15	3,45
7	37-14	3,02	1,50	3,33	2,35	3,52	3,97	2,94
8	29-36/15	3,85	1,20	4,24	2,45	3,74	4,27	3,29
9	20-25/15	3,78	1,37	3,14	2,74	4,66	3,55	3,20
10	4-1/15	-	1,81	3,55	1,36	4,02	3,92	2,93
11	27-1/17	-	1,78	3,36	1,81	3,68	4,00	2,92
12	32/17	-	2,12	3,33	2,49	5,43	4,32	3,53
В среднем		3,21	1,57	3,84	2,04	4,24	4,12	3,16
НСР ₀₅		0,19	0,15	0,03	0,27	0,71	0,68	

Оценку адаптивности и стабильности исследуемых линий по размерам полученных урожайных данных рассчитывали по методике, предложенной А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой (1997), Данные представлены в таблице 2. Средняя урожайность по сорту позволяет в целом оценить исследуемую популяцию генотипов. При урожайности стандарта 3,41 т/га две отобранные линии превосходили его.

Таблица 2

Параметры адаптивной способности и стабильности линий полбы

№ п/п	Сорт, линия	Средняя урожайность, т/га	Эффект сорта (OAC _i), т/га	Стабильность гено-типа, σ _{SLi} , т/га	От. стабильн. гено-типа, % к ср. по сорту	Коеф. регрессии	Коеф. компенсации генотипа	Селекционная ценность генотипа
1	Руно	3,41	0,25	1,99	58,29	1,5	2,52	3,02
2	42-43-46/15	2,63	-0,54	1,09	41,31	0,96	0,94	2,42
3	34-13	3,15	-0,02	1,26	40,07	0,96	1,26	2,90
4	39-15	3,34	0,18	1,21	36,31	1,08	1,17	3,10
5	49-15	3,20	0,03	1,28	40,10	1,11	1,30	2,94
6	31-1-2/13	3,45	0,29	1,26	36,49	1,05	1,26	3,20
7	37-14	2,95	-0,22	0,89	30,25	0,77	0,63	2,77
8	29-36/15	3,29	0,13	1,22	37,09	1,01	1,18	3,05
9	20-25/15	3,21	0,04	1,11	34,60	0,85	0,98	2,99
10	4/1/15	2,93	-0,23	1,25	42,71	0,95	1,00	2,69
11	27-1/17	2,93	-0,24	1,06	36,12	0,81	0,71	2,72
12	32/17	3,54	0,37	1,35	38,30	0,95	1,17	3,27
Среднее		3,16						

Адаптивная способность (ОАС) генотипа при оценке урожайности показывает прибавку относительно общей средней по популяции. Прибавка у стандарта положительная, следовательно в исследуемой популяции больше линий с меньшей урожайностью, чем у стандарта. По характеристикам экологической стабильности прибавки только двух линий - № 6 и № 12 (0,29 т/га и 0,37 т/га соответственно при 0,25 т/га у стандарта), достоверно превосходят стандарт.

Специфическая адаптивная способность (SAC_i) характеризует отзыв генотипа на условия среды относительно других условий в опыте. По определению сумма SAC_i по исследуемым средам для генотипа равна нулю, поэтому он оценивается по вариации SAC_i (дисперсия или среднее (стандартное) отклонение для SAC_i), характеризуя его стабильность. По сути, относительная стабильность генотипа по своему содержанию аналог классического коэффициента вариации. Линии № 6 и № 12 значительно превышают стандарт по стабильности (вариация 36,5% и 38,3% соответственно по сравнению с 58,3%).

Стабильность генотипов можно оценить и по коэффициенту регрессии. При значении коэффициента более 1 генотип обладает повышенной чувствительностью к изменениям среды (стабильность ниже средней); если близко к 1, то генотип средне стабилен. Для линий № 6 и № 12 коэффициент регрессии близок к 1 (1,05 и 0,95 соответственно), что указывает на среднюю стабильность данных генотипов, однако это существенно выше, чем у стандарта (1,5).

Стабильность генотипа значительно объясняется коэффициентом его компенсации. Эффект взаимодействия генотипа со средой может усиливать влияние среды, или нивелировать (компенсировать) его. У вариантов № 6 и № 12 компенсирующий эффект значительнее, чем у стандарта, примерно в два раза – 1,3 и 1,2 соответственно против 2,5.

Для одновременной оценки по величине и по стабильности урожайности разработан показатель селекционной ценности генотипа (СЦГ). Чем больше значение показателя, тем выше селекционная ценность генотипа с суммарной точки зрения величины урожая и его вариации. По данному показателю генотипы № 6 и № 12 превосходят стандарт (3,20 и 3,27 соответственно против 3,02) и в целом показывают лучшие результаты по исследуемой популяции генотипов. Отмеченные образцы превосходят стандарт как по величине, так и по стабильности урожая, что дает основание рекомендовать их к внедрению в производство.

В производственных условиях, когда прогнозировать возможные изменения среды с высокой вероятностью практически невозможно, целесообразно возделывать несколько сортов с разной стабильностью. Это позволяет уменьшить колебания в сборах зерна. Одна группа всегда даст меньшую, но стабильную урожайность, даже при неблагоприятных условиях возделывания. При благоприятных условиях, другая группа может значительно увеличить сбор зерна.

Важным показателем качества любой продовольственной культуры является массовая доля протеинов. Главными факторами, регулирующими накопление белка в зерне, являются: особенности сорта, уровень питания растений, в первую очередь азотного и погодные условия. Лидером по этому показателю является стандарт – сорт Руно. В среднем по коллекции за 6 лет, массовая доля белка в зерне, в пересчёте на абсолютно сухое вещество, составила 13,6%, что соответствует 2 классу (табл. 3). Зерно с таким уровнем белка относится к улучшителям и может использоваться для подмеса с менее качественному зерну, например 4 класса. Наибольшие колебания в содержании белка отмечены по годам. Когда урожайность снижалась из-за неблагоприятных погодных условий, массовая доля протеина в зерне повышалась. Как правило, такая ситуация складывается, когда уровень азотного питания невысокий и снижение урожайности улучшает обеспеченность растений азотом, что и формирует зерно с повышенным содержанием протеина.

Таблица 3

Массовая доля белка в зерне, (асв, %)

№ п/п	Сорт, линия	2018	2019	2020	2021	2022	В сред.
1	Руно, st	-	15,6	16,4	15,3	-	15,8
2	42-43-46/15	16,0	12,1	12,8	11,7	15,4	13,6
3	34-13	16,1	12,1	10,9	10,8	15,0	13,0
4	39-15	16,4	12,2	11,2	10,6	15,7	13,2
5	49-15	16,8	13,0	11,7	11,5	15,0	13,6
6	31-1-2/13	16,2	12,5	12,1	11,9	15,6	13,7
7	37-14	15,4	11,8	13,1	11,8	13,7	13,2
8	29-36/15	15,3	12,3	13,1	11,7	15,0	13,5
9	20-25/15	15,7	13,5	14,3	11,6	16,0	14,2
10	4-1/15	-	12,7	9,5	10,5	15,5	12,1
11	27-1/17	-	12,9	11,7	11,9	15,3	13,0
12	32/17	-	15,4	14,3	12,5	13,2	13,9
В среднем		16,0	13,0	12,6	15,3	15,0	13,6

В агроклиматических условиях Тульской области на естественном инфекционном фоне все исследуемые линии полбы слабо поражались болезнями. В 2020 г. интенсивность поражения бурой ржавчиной проявилась на низком и среднем уровне (табл. 4).

Таблица 4

Интенсивность поражения растений бурой ржавчиной в 2020 г.

№ п/п	Сорт, линия	Поражение бурой ржавчиной в 2020 г	
		в %	пораж., баллы
1	Руно, st		
2	42-43-46/15	25-30	3
3	34-13	30-40	4
4	39-15	65	5
5	49-15	25	3
6	31-1-2/13	10-15	2
7	37-14	35-40	4
8	29-36/15	40	4
9	20-25/15	25-30	3
10	4-1/15	65	5
11	27-1/17	25	3
12	32/17	25-30	3
В среднем		40	4

У голозерных линий 39-15, 29-36/15, 4-1/15 и 27-1/17 степень поражения была на уровне стандарта пленчатой полбы Руно. Из оставшихся линий четыре образца имели интенсивность поражения на 1 балл больше. Бурой пятнистостью меньше других была поражена линия 49-15. Мучнистой росы обнаружено не было. По этим результатам можно утверждать, что селекция на голозерность полбы сопровождается небольшим снижением иммунитета растений к указанным патогенам. Однако в целом, интенсивность поражения полбы была незначительной.

В таблице 5 представлены данные по массовой доле клейковины в зерне.

Таблица 5

Массовая доля клейковины в зерне (в %)

№ п/п	Сорт, линия	2018	2019	2020	2021	2022	В среднем
1	Руно, st	-	24,6	32,9	27,6	27,6	28,2
2	42-43-46/15	32,4	20,0	23,0	25,3	25,3	25,2
3	34-13	32,6	20,7	20,9	27,3	27,3	25,8
4	39-15	33,7	25,2	20,4	26,5	26,5	26,5
5	49-15	36,1	25,2	21,8	27,8	27,8	27,7
6	31-1-2/13	39,6	21,4	23,9	25,1	25,1	27,0
7	37-14	33,7	19,2	23,5	28,4	28,4	26,6
8	29-36/15	31,9	21,2	23,8	29,3	29,3	27,1
9	20-25/15	34,8	23,1	23,3	28,5	28,5	27,6
10	4-1/15	-	27,5	19,5	28,0	28,0	25,8
11	27-1/17	-	26,3	22,9	20,7	20,7	22,7
12	32/17	-	24,6	23,9	27,6	-	25,4
В среднем		34,4	23,2	32,9	25,3	26,8	26,3

Чем выше урожайность зерна, тем ниже в нем содержание клейковины. Её количество в зерне, как в среднем по опыту, так и по отобраным двум линиям превышает 25%. По этому показателю зерно соответствует 3 классу (среднему по силе или ценному по качеству), что на класс ниже, чем по содержанию белка. Такое зерно пригодно для получения качественной муки высшего сорта и выпечки соответствующего хлеба, однако улучшать зерно 4 класса оно не может. Отношение клейковины к белку в зерне значительно меняется как по годам исследований, так по линиям (табл. 6).

В среднем по опыту количество клейковины практически в 2 раза превышало количество белка. В годы с благоприятными погодными условиями это отношение возрастало до 2,5-2,7 единиц, а при неблагоприятных условиях – снижалось до 1,4-1,6 единиц. Такие же результаты в среднем мы получаем при оценке качества зерна яровой пшеницы, выращиваемой в Московской области. Однако здесь размах колебаний отношения клейковина/белок был уже, в сравнении с Тульской областью и не превышал 1,8-2,2 единицы. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что большая стабильность показателя белка свидетельствует и о его меньшей информативности при оценке качества зерна в сравнении с клейковиной.

Таблица 6

Отношение содержания клейковины/белок в зерне

№ п/п	Сорт, линия	2018	2019	2020	2021	2022	В среднем
1	Руно, st	-	1,58	2,01	1,80	1,64	1,78
2	42-43-46/15	2,03	1,65	1,80	2,16	1,82	1,85
3	34-13	2,02	1,71	1,92	2,53	1,69	1,98
4	39-15	2,05	2,07	1,82	2,50	1,85	2,01
5	49-15	2,15	1,94	1,86	2,42	1,61	2,04
6	31-1-2/13	2,44	1,71	1,98	2,11	2,07	1,97
7	37-14	2,19	1,63	1,79	2,41	1,95	2,02
8	29-36/15	2,08	1,72	1,82	2,50	1,78	2,01
9	20-25/15	2,22	1,71	1,63	2,46	1,81	1,94
10	4-1/15	-	2,17	2,05	2,67	1,35	2,13
11	27-1/17	-	2,04	1,96	1,74	-	1,91
12	32/17	-	1,60	1,67	2,21	-	1,83
В среднем		2,14	1,79	1,86	2,29	1,76	1,96

Для формирования клейковины требуются более высокие температуры, чем для синтеза белка. Если нет соответствующих условий для синтеза клейковинных белков, то и количество клейковины и её качество будет ниже. По этой причине, в условиях Западной Сибири, Алтая и Южного Урала, где зерно созревает в условиях высоких температур и низкой влажности формируется, как правило, не только большое количество клейковины, но и её высокое качество. Очевидно, что для оценки потенциала сортов по накоплению белка и клейковины необходимы дальнейшие исследования с возрастающими дозами азотного удобрения.

Твердозёрность является одним из главных показателям качества зерна как твердых, так и мягких пшениц. Она зависит от многих условий, таких как влагообеспеченность, температурный режим и т.д. Однако решающим признаком является наследование сортовых особенностей. Все линии полбы нашей коллекции имели пик твердости более 700 единиц на приборе Брабендера, что соответствует параметрам твердых пшениц. Оценка параметров твердозёрности по индексу размера частиц муки, составили 24,9-25,8 мкм, дает основание отнести все линии полбы также к твердозёрным. Зерно с такими параметрами требует особого режима отволаживания при помоле. Эти результаты важны тем, что дают понимание того, что происходит с твердой пшеницей, выращенной в средней полосе России.

Производство муки из твердых пшениц в нашей стране из собственного зерна не обеспечивает полной потребности макаронной промышленности. Часть макарон производится с добавлением мягкой хлебопекарной муки. Поэтому мука из твердой пшеницы не используется в значимых объемах в хлебопечении. Однако имеется немало публикаций с использованием для этих целей полбяной муки [5, 6].

Реологические характеристики теста изучали на фаринографе, миксолабе и альвеолабе (табл. 7). По содержанию клейковины все образцы муки попадают в группу улучшителей, однако её качество низкое. Индекс деформации клейковины (ИДК) большинства образцов превышал 90 единиц шкалы, что соответствует филлеру по классификации хлебопекарного зерна мягких пшениц. Аналогичные результаты получены и по показателю энергии деформации ($W, 10^{-4}$ J). Показатель формы кривой, P/L, выражаемый в мм/вод. столба, у половины образцов находится у границ верхнего предела, а у другой половины – превышает его. Эти результаты свидетельствуют о низкой эластичности клейковины, что характерно для твердых пшениц. Поэтому она слабо подходит для выпечки стандартного формового хлеба. Водопоглотительная способность муки (ВПС) соответствовала ценной по качеству муке. В целом, полученные образцы муки мало пригодны в чистом виде для производства стандартного формового хлеба. Эти результаты важны тем, что дают понимание о качестве зерна твердой пшеницы, выращенной в средней полосе России.

Таблица 7

Реологические свойства теста исследуемых линий полбы.

№ Обр.	Твердозёрность, мкм	Клейковина, %	ИДК, ед. шкалы	Седиментация, мл	Альвеограф		Фаринограф		Стандартная выпечка		
					P	W е.а.	ВПС, %	Разжижение, е.ф.	Объёмный выход формового хлеба, см ³	Подовой	
										P/L	Внешний вид, балл
2	25,8	30,8	90	3,6	107/2,06	191	60,6	171	389	4,0	0,62
3	25,0	31,5	95	3,4	87/1,71	131	61,4	201	371	3,0	0,52
5	24,7	31,8	100	3,2	92/1,59	149	63,9	202	341	3,0	0,56
7	25,2	32,2	90	3,4	98/2,00	163	58,9	162	372	3,3	0,68
8	24,9	34,2	87	4,0	123/2,46	221	61,1	187	405	3,5	0,63
10	24,7	34,6	96	3,0	76/1,67	107	61,1	240	390	2,8	0,49

Хлеб выпекали по методике, принятой в сортоиспытании, с использованием дрожжей безопарным методом из 100 г муки. На рисунке представлено фото хлеба из образца зерна № 8. Объем выпечки хлеба у этого образца составил 405 см³, что соответствует требованиям к хлебопекарной муке высшего сорта. Объем хлеба у остальных образцов этот барьер не преодолел. Корка была без крупных трещин и подрывов. Следует отметить низкую пористость мякиша и её неравномерность, а также слабую эластичность. В целом, хлеб, выпеченный из полбяной муки, не соответствовал требованиям, предъявляемым к хлебным изделиям, получаемым из хлебопекарной муки с мягких пшениц. Учитывая высокие потребительские свойства изделий из полбяной муки: вкус, аромат, повышенное содержание пищевых волокон, низкий гликемический индекс, она может использоваться для выпечки смесовых хлебов с другими видами муки - мягкой пшеницы, тритикале, овса и ячменя. Для внедрения изделий из полбяной муки в широкое производство, необходима разработка рецептуры и нормативных требований к ним.



Рис. Фото хлебной выпечки из муки образца №8

Исследование крупяных свойств полбы потребовало коррекции методики. Время приготовления каши увеличили до 2,5 часов, количество используемой воды повысили до 50 мл на 10 г крупы. Коэффициент разваримости составил 5,9-6,3. В этой связи, целесообразно расширить исследования с этой культурой для приготовления изделий, типа хлопьев, направленных на сокращение времени приготовления. Консистенция приготовленных каш из всех линий голозерной полбы обладала высокой рассыпчатостью, что характерно для твердой пшеницы. Как правило, это свойство коррелирует с низким гликемическим индексом, что позволяет рекомендовать полбяную кашу для людей с нарушениями углеводного обмена. Цвет готовой каши из полбы имел четко выраженный золотисто-коричневый оттенок, тогда как у пшеничной крупы преобладал коричневый цвет.

Заключение

На основании анализа урожайных данных отобраны 2 образца голозерной полбы обладающие высокой адаптивностью и стабильностью для внедрения в производство. Реологические свойства теста из полбяной муки и ей хлебопекарные свойства уступают муке из мягкой пшеницы, однако обладают приятным вкусом и сильным хлебным ароматом, напоминающий ореховый. Каша из полбяной крупы готовится значительно дольше, чем из мягкой пшеницы.

Результаты исследований, а также высокие потребительские свойства, дают основание рекомендовать полбяную муку для выпечки хлеба по авторским рецептурам, где объем выпеченного хлеба не регламентируется. Кроме того, она может использоваться в качестве улучшителя для повышения содержания белка в хлебе, а также улучшения потребительских свойств: вкус, запах, содержание пищевых волокон.

Литература

1. Зверев С.В., Панкратьева И.А., Политуха О.В., Чиркова Л.В., Витол И.С., Стариченков А.А. Исследование свойств полбы. // Хлебопродукты. – 2016. – №1. – С.66-67.
2. Хмелева Е.В., Кандроков Р.Х., Королев Д.Н., Пенькова Ю.В. Хлебопекарные свойства полбяной муки. // Хлебопродукты. – 2018. – № 11. – С. 44-47
3. Кузьмич М.А., Кузьмич Л.С., Соболева Е.В., Гончаренко М.С., Сальникова Н.Б., Хлопюк М.С. Продуктивность, технологические и хлебопекарные показатели качества зерна голозерной полбы (*Triticum dicoccum*) на выщелоченном черноземе Тульской области. // Аграрная наука и развитие отраслей сельского хозяйства региона. Сб. научных трудов // Калужский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. Лорха». – 2020. – С. 144-149.
4. Кузьмич М.А., Сальникова Н.Б., Кузьмич Л.С., Гончаренко М.С., Кондратьева О.П., Яшина Н.А., Соболева Е.В.. Урожайность, технологические и крупяные свойства голозерной полбы (*Triticum dicoccum*) в условиях Тульской области. //Аграрная Россия. – 2021. – № 8. – С. 32-36
5. Санжаровская Н.С. Хлебопекарные свойства композитных смесей муки из зерна пшеницы и полбы. // Новые технологии. – 2018. – №3. – С. 60-65.
6. Крюкова Е.В. Исследование химического состава полбяной муки. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. - № 2. - С. 75-81

References

1. Zverev S. V., Pankrat'eva I. A., Politukha O. V., Chirkova L. V., Vitol I. S., Starichenkov A. A. Research into the properties of emmer. *Khleboprodukty*, 2016, no.1, pp.66-67.
2. Khmeleva E.V., Kandrov R.Kh., Korolev D.N., Pen'kova Yu.V. Baking properties of emmer flour. *Khleboprodukty*, 2018, no. 11, pp. 44-47
3. Kuz'mich M.A., Kuz'mich L.S., Soboleva E.V., Goncharenko M.S., Sal'nikova N.B., Khlopyuk M.S. Productivity, technological and baking indicators of grain quality of naked grain emmer (*Triticum dicoccum*) on leached chernozem of the Tula region / Agricultural science and development of agricultural sectors of the region. Coll. sci. Works. Kaluga: Kaluga Research Institute of Agriculture - branch of FSBSI " Lorkh FRC of Potatoes", 2020, pp. 144-149.
4. Kuz'mich M.A., Sal'nikova N.B., Kuz'mich L.S., Goncharenko M.S., Kondrat'eva O.P., Yashina N.A., Soboleva E.V. Productivity, technological and cereal properties of naked grain emmer (*Triticum dicoccum*) in the conditions of the Tula region. *Agrarnaya Rossiya*, 2021, no.8, pp. 32-36
5. Sanzharovskaya N.S. Baking properties of composite mixtures of wheat and emmer flour. *Novye tekhnologii*. 2018, no.3, pp. 60-65
6. Kryukova E.V. Study of the chemical composition of emmer flour. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. Series: Food and Biotechnologies, 2014, no.2, pp. 75-81