

УДК 664. 641.112: 635.621

Н.А. Шмалько, Н.А. Дроздовская, И.А. Чалова, Н.Л. Ромашко

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМАРАНТОВОЙ БЕЛКОВОЙ МУКИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Работа посвящена исследованию возможности использования перспективного для хлебопечения сырья - амарантовой белковой муки, обладающей ценным химическим составом, пищевой и биологической ценностью. В ходе экспериментальных исследований установлено, что внесение амарантовой муки способствует повышению качества хлебопекарной муки и дрожжей, полуфабрикатов, готовой продукции, пищевой и биологической ценности хлеба.

Амарантовая белковая мука, химический состав, технология, хлебобулочные изделия, качество, пищевая и биологическая ценность.

В настоящее время ведется активная работа по разработке ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с применением нетрадиционного сырья. Предлагаются обогатители, в состав которых входят витамины, белки, минеральные вещества и пищевые волокна, которые наряду с обогащением продукции могут изменять и качество готовых изделий [1].

Анализ литературных данных, посвященных изучению комплексной переработки семян амаранта, их химическому составу и фармакологическим свойствам, характеризует их в качестве перспективных источников растительных белков, биологически активных липидов, пищевых волокон и сбалансированных минеральных веществ, что свидетельствует о целесообразности исследований, направленных на изучение возможности их применения в хлебопечении [2,3].

Перспективным является применение нового сырья для хлебопечения – амарантовой белковой полуобезжиренной муки (АМ), получаемой из крупки амарантовой полуобезжиренной – вторичного продукта при производстве амарантового масла [4].

Амарантовая мука обладает ценным химическим составом. Так, в АМ белков содержится в 3,8 раза больше, чем в пшеничной муке, липидов – в 9,4 раза, клетчатки – 17 раз, золы – 8,8 раза, минеральных веществ: натрия – 24 раза, калия – 4,2 раза, кальция – 19 раз, магния – 6 раз, фосфора – 5 раз, железа – 36 раз, витаминов: тиамина – 33 раза, рибофлавина – 74 раза, ниацина – 1,2 раза. Энергетическая ценность амарантовой муки несколько превышает таковую для пшеничной муки за счет большего содержания белков и липидов.

Биологическую ценность амарантовой муки изучали путем экспериментального определения аминокислотного состава белка на приборе «Капель» и проведения расчета аминокислотного сора незаменимых аминокислот. Результаты исследований приведены в табл. 1. Аминокислотный скор для белка амарантовой муки по валину равен 112,8%, лейцину – 86,4%, изолейцину – 110,0%, лизину – 178,2% (для пшеничной муки таковой показатель не превышает

57%), метионину+цистину – 115,5%, треонину – 127,2%, фенила ланину+тирозину – 146,9%, триптофану – 287,2%.

Таблица 1

Биологическая ценность амарантовой муки

Наименование аминокислоты	Белок «ФАО», % к белку	Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта		Мука амарантовая белковая полуобезжиренная	
		г/100 г белка	% к белку	г/100 г белка	% к белку
Незаменимые:					
изолейцин	4,0	0,530	5,08	1,659	4,40
лейцин	7,0	0,813	7,79	2,279	6,05
лизин	5,5	0,265	2,54	3,692	9,80
метионин+цистин	3,5	0,400	3,87	1,522	4,04
фенилаланин+тирозин	6,0	0,880	8,42	3,319	8,81
треонин	4,0	0,318	3,05	1,917	5,09
триптофан	1,0	0,120	1,15	1,082	2,87
валин	5,0	0,510	4,88	2,126	5,64
Заменимые:					
аланин		0,359	3,44	0,641	1,70
аргинин		0,500	4,79	3,767	10,00
аспарагин		0,411	3,94	4,737	12,58
гистидин		0,220	2,10	0,712	1,89
глицин		0,384	3,68	3,386	9,00
глутамин		3,220	30,86	3,431	9,11
пролин		1,050	10,06	0,783	2,08
серин		0,454	4,35	2,615	6,94
Общее количество аминокислот		10,434	100	37,668	100
Первая литимитирующая аминокислота		лизин – 46,2%		лейцин – 86,4%	

Количество незаменимых аминокислот в белке амарантовой муки составляет 17,6 г/100 г белка, общее количество аминокислот – 37,7 г/100 г белка.

Для сравнения приводим данные по традиционному виду муки – пшеничной хлебопекарной первого сорта. Аминокислотный скор белка по изолейцину равен 127,0%, лейцину – 111,3%, лизину – 46,2%, метионину+цистину – 110,6%, фенилаланину+тирозину – 140,3%, треонину – 76,3%,

триптофану – 115%, валину – 97,6%. Общее количество аминокислот 10,4 г/100 г белка.

Следовательно, амарантовая мука отличается более сбалансированным аминокислотным составом по сравнению с пшеничной мукой, поэтому ее целесообразно использовать в хлебопечении взамен пшеничной муки для улучшения баланса лимитирующих аминокислот.

В ходе работы исследовали влияние амарантовой муки на качество и биотехнологические свойства хлебопекарных прессованных дрожжей. Изучение влияния амарантовой муки на качество дрожжей проводили путем определения их подъемной силы ускоренным методом всплывания шарика теста, замешиваемого из смеси пшеничной и амарантовой муки. Дозировки амарантовой муки – 1, 3, 5, 7 и 10% взамен пшеничной. Результаты приведены на рис. 1.

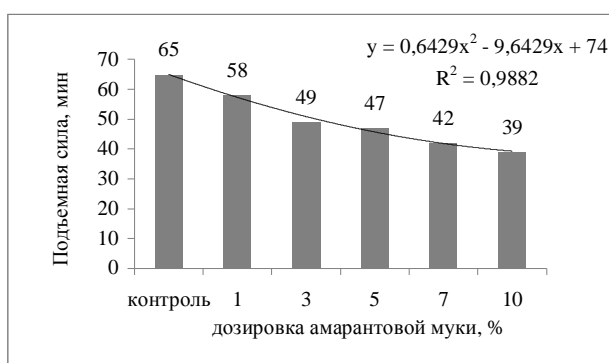


Рис. 1. Влияние амарантовой муки на подъемную силу хлебопекарных прессованных дрожжей

Установлено, что с увеличением дозировки амарантовой муки в питательной смеси подъемная сила хлебопекарных прессованных дрожжей улучшается на 111...40%, очевидно, за счет содержания в муке ценных химических веществ, что свидетельствует о целесообразности ее использования и для активации прессованных дрожжей (АПД).

Активация прессованных дрожжей определяется в хлебопечении как перестройка их энергетического обмена с процесса дыхания на брожение. При этом дрожжи переходят на усиленный синтез бродильных ферментов и ослабление синтеза дыхательных ферментов.

Наиболее простой питательной средой для активации дрожжей является водно-мучная суспензия, которую обогащают различными компонентами для стимулирования жизнедеятельности дрожжевых клеток. В ходе исследований установлено, что использование амарантовой муки в составе водно-мучной смеси улучшает качество активированных прессованных дрожжей. Результаты представлены в табл. 2.

Так, с увеличением дозировки амарантовой муки в составе питательной смеси подъемная сила полуфабриката в течение 120 мин брожения улучшается на 18...28%, особенно при введении 10%-й дозировки АМ. Одновременно с этим добавление амарантовой муки увеличивает кислотность

полуфабриката, в среднем 2,2-3 раза по сравнению с контролем, что обусловлено высокой собственной кислотностью вносимой добавки. Влажность АПД при добавлении амарантовой муки практически не изменяется.

Биотехнологические свойства активированных дрожжей определяли путем их микроскопирования, что позволяет следить за их размножением и состоянием. Установлено, что при внесении амарантовой муки в АПД накапливается множество молодых дрожжевых клеток с едва заметной оболочкой, отсутствием больших вакуолей и капелек жира. Обилие гликогена в клетке свидетельствует о хорошем питании. Количество почкующихся клеток не превышает 20% от общего количества, что свидетельствует о способности дрожжей обеспечить хороший подъем теста и нормальную расстойку тестовых заготовок.

Изучение влияния амарантовой муки на хлебопекарные свойства пшеничной муки проводили путем определения в ней содержания и качества клейковины и газообразующей способности. Амарантовую муку вносили в сухом виде в дозировках 1, 3, 5, 7 и 10% вместо пшеничной муки.

Таблица 2

Влияние амарантовой муки (АМ) на качество АПД

Образцы ПД	Подъемная сила, мин					Кислотность, град					Влажность, %
	продолжительность активации, мин										
	0	30	60	90	120	0	30	60	90	120	
Контр-роль	18	16	13	12	11	1,4	2,9	3,0	3,2	3,2	76,3
1% АМ	17	15	12	12	10	1,6	3,7	3,8	4,0	4,0	75,8
3% АМ	16	14	12	11	10	1,9	4,3	4,4	4,5	4,5	75,3
5% АМ	14	13	11	11	10	2,1	5,6	5,8	5,9	5,9	75,0
7% АМ	14	12	11	10	9	3,2	5,9	6,7	6,7	6,9	74,8
10% АМ	13	12	10	10	9	4,0	6,1	6,9	6,9	7,0	74,9

Влияние амарантовой муки на количество и качество клейковины приведено в табл. 3.

Таблица 3

Влияние амарантовой муки на содержание и качество клейковины

Показатели	Контроль	Дозировка амарантовой муки, %				
		1	3	5	7	10
Содержание сырой клейковины, %	28,4	28,4	27,3	26,4	25,8	25,2
Способность клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия <i>ИДК_{кл}^{оэф}</i> , ед. прибора ИДК-2	85,6	86,4	87,9	88,6	95,4	104,2

Установлено, что содержание сырой клейковины при внесении амарантовой муки незначительно уменьшается. С увеличением дозировки добавки изменяются и структурно-механические свойства

клейковины. Показатель ИДК увеличивается по сравнению с контролем на 0,9; 2,7; 3,5; 11,5 и 14,2% соответственно, то есть использование амарантовой муки расслабляет клейковину и ее структурно-механические свойства, что актуально при переработке пшеничной муки с чрезмерно крепкой клейковиной. Влияние амарантовой муки на газообразующую смесь представлено на рисунке 2.

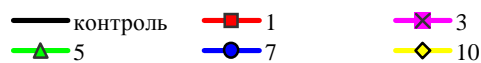
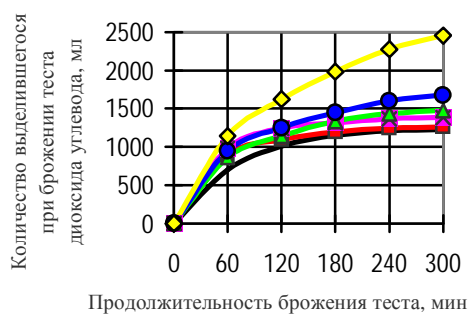
Добавление амарантовой муки способствует повышению газообразования в тесте. Количество выделившегося углекислого газа за 300 мин брожения увеличивается по сравнению с контролем в 1,1...2,0 раза, что связано с повышением сахарообразующей способности теста за счет внесения большого количества легкоусвояемых сахаров вместе с добавкой, что может быть актуальным при переработке пшеничной муки с пониженной газообразующей способностью.

а)

б)

Рис. 2. Влияние амарантовой муки на газообразующую способность пшеничной муки: в каждый час брожения (а) и суммарную (б)

Кроме того, внесение амарантовой муки оказывает положительное влияние на качество полуфабрикатов. Наилучший результат наблюдается при внесении амарантовой муки при приготовлении жидкой опары, так как продолжительность брожения полуфабриката, по сравнению с другими способами, резко сокращается. Оптимальная продолжительность брожения опары для достижения требуемой кислотности составляет не более 70...80 мин. Кроме того, при внесении амарантовой муки показатель бродильной активности теста уменьшается в целом по сравнению с контролем на 5,8...23,5%, что



свидетельствует об ускорении брожения полуфабриката.

Внесение амарантовой муки благоприятно влияет на структурно-механические свойства теста за счет приобретения им упруго-эластичных свойств, обусловленных протеканием окислительно-восстановительных реакций взаимопревращений –SH- и –SS-связей. При добавлении амарантовой муки, содержащей большое количество серосодержащих аминокислот, наблюдается течение реакции в сторону накопления –SS-группировок – дополнительных

прочных ковалентных связей в белке пшеничной клейковины.

В ходе исследований изучали влияние амарантовой муки на качество пшеничного хлеба, приготовленного различными способами. Наиболее оптимальным способом приготовления хлеба при внесении амарантовой муки является опарный способ с внесением добавки непосредственно в жидкую опару (см. табл. 4).

Таблица 4

Влияние амарантовой муки на качество хлеба, приготовленного на жидкой опаре

Показатели качества	Конт- роль	Дозировка амарантовой муки, %				
		1	3	5	7	10
Объем формового хлеба, см ³	900	940	990	1060	1110	1113
Удельный объем формового хлеба, см ³ /100 г	244	256	267	287	303	310
Формоустойчивость подовых изделий, Н:Д	0,44	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46
Кислотность мякиша, град	1,12	1,28	1,44	1,6	1,76	2,10
Влажность мякиша, %	41,5	41,7	41,7	42,3	42,4	42,5
Пористость, %	72	73	75	75	76	76
Структурно-механические свойства мякиша, ед. пр. АП-4/2:						
ΔН _{общ}	57	58	71	77	95	97
ΔН _{пл}	32	33	45	50	68	67
ΔН _{упр}	23	25	26	27	27	30
% относительной пластичности	58,2	58,4	68,5	69,4	75,6	76,9
% относительной упругости	41,7	40,1	31,5	30,7	23,6	23,1
Содержание ароматических веществ (мл 0,1 моль/дм ³ раствора йода)	10,8	12,9	15,7	17,6	22,9	26,2

Объем формового хлеба при добавлении амарантовой муки увеличивается по сравнению с контролем на 4,4...23,7%, удельный объем – на 4,9...27,0%; формоустойчивость подовых изделий – на 2,3...4,5%; пористость – на 1,4...5,5%, общая сжимаемость мякиша – на 1,8...70,2%, содержание ароматических веществ – в 1,2...2,4 раза соответственно. Кислотность и влажность мякиша изменяются незначительно. Наилучшим качеством отличается проба хлеба с 10% амарантовой муки.

При использовании амарантовой муки для активации дрожжей качество хлеба также улучшается (см. табл. 5).

Объем формового хлеба при добавлении АПД с амарантовой мукой увеличивается по сравнению с контролем на 9,0...18%, удельный объем – на 10,4...21,5%; формоустойчивость подовых изделий – на 9,8...26,8%; пористость – на 15,6...21,9%, общая сжимаемость мякиша – на 7,7...32,3%, содержание ароматических веществ – в 1,1...1,4 раза соответственно. Кислотность и влажность мякиша изменяются незначительно.

Влияние АД с амарантовой мукой на качество хлеба

Показатель	Контроль	Дозировка амарантовой муки, %				
		1	3	5	7	10
Объем формового хлеба, см ³	1000	1090	1120	1160	1170	1180
Удельный объем формового хлеба, см ³ /100 г	279	308	319	330	332	339
Формоустойчивость подовых изделий, Н:Д	0,41	0,45	0,46	0,50	0,51	0,52
Пористость, %	64	74	75	77	78	78
Влажность, %	40,5	40,7	40,8	41,3	41,4	41,8
Кислотность, град	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,2
D _{H общ}	65	70	73	76	79	89
D _{H пл}	36	39	42	44	46	54
D _{H упр}	29	31	31	32	33	34
Относительная пластичность, %	54,9	56,1	56,6	57,6	57,7	60,7
Относительная упругость, %	45,1	43,9	42,9	42,4	42,3	39,3
Содержание ароматических веществ (мл 0,1 моль/дм ³ раствора йода)	8,0	8,7	9,2	9,6	10,2	10,8

Наилучшее качество хлеба с учетом его органолептических показателей обеспечивается при использовании активированных прессованных дрожжей, приготовленных на водно-мучной смеси, содержащей 7% амарантовой муки.

Внесение амарантовой муки способствует повышению биологической ценности хлеба за счет улучшения аминокислотного состава и заметной ликвидации дефицита по незаменимым аминокислотам белка в хлебе.

При этом степень удовлетворения суточной потребности человека в незаменимых аминокислотах увеличивается в 1,5-2 раза, что также свидетельствует об эффективности применения АМ.

Таким образом, использование амарантовой муки является перспективным для повышения качества хлебопекарной муки, проведения активации (биологической адаптации) прессованных дрожжей, интенсификации процесса тестоприготовления, улучшения качества, пищевой и биологической ценности пшеничного хлеба.

Работа поддержана грантом РФФИ «Региональные конкурсы ориентированных фундаментальных исследований», 2008-2009 гг. - «Конкурс Юг» (№ 08-08-99093).

Список литературы

1. Пашенко, Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий [Текст]. – М.: Колос, 2002. – 368 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов вузов).
2. Ключкин, В.В. Основные направления переработки и использования пищевых продуктов из семян люпина и амаранта [Текст] // Хранение и переработка сельхозсырья, 1997. – № 9. – С. 30–33.
3. Шмалько, Н.А. Разработка технологий хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием продуктов переработки семян амаранта [Текст] : ... дис. канд. техн. наук : 05.18.01 : защищена 26.05.2005 : утв. 07.10.05 / Шмалько Наталья Анатольевна. – Краснодар, 2005. – 215 с.
4. Смирнов, С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов [Текст] : ... дис. канд. техн. наук : 05.18.01 / Смирнов Станислав Олегович. – Москва, 2006. – 178 с.

ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»,
350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2.
Тел. (861) 255-15-98

SUMMARY

N.A. Shmalko, N.A. Drozdovskay, I.A. Chalova, N.L. Romashko

Prospects of use an amaranth albuminous flour in bread making

The Kuban state technological university, Krasnodar

Work is devoted research of possibility of use perspective for bread making raw materials - the amaranth albuminous flour possessing a valuable chemical compound, food and biological value. During experimental researches it is established, that entering амарантовой torments promotes improvement of quality of baking flour and yeast, half-finished products, finished goods, food and biological value of bread.

An amaranth albuminous flour, a chemical compound, technology, bakery products, quality, food and biological value.

