



УДК 664.64.016.8:663.05

ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК, СОДЕРЖАЩИХ ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА, НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Е.Р. Касабова, О.В. Самохвалова

*Харьковский государственный
университет питания и торговли,
Украина, 61051, г. Харьков,
ул. Клочковская, 333*

E-mail: thkmvkh@mail.ru

Рассмотрена проблема обогащения мучных кондитерских изделий пищевыми волокнами. Исследовано влияние свекловичных волокон и шрота зародышей пшеницы на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки. Установлено, что в присутствии исследуемых добавок изменяются количество и качество клейковины, свойства крахмала пшеничной муки и структурно-механические характеристики теста.

Ключевые слова: мука пшеничная, хлебопекарные свойства, мучные кондитерские изделия, пищевые волокна, свекловичные волокна, шрот зародыша пшеницы.

Введение

В современных условиях обеспечение населения полноценными продуктами питания является одной из актуальных проблем. Ее решение заключается в создании технологий производства качественно новых продуктов функционального назначения, потребление которых способствовало бы профилактике и укреплению здоровья населения. Современные тенденции развития рынка кондитерских изделий характеризуются увеличением спроса населения на мучные кондитерские изделия (МКИ), выпуск которых в последние годы постоянно увеличивается. Существенным недостатком МКИ является незначительное содержание в них таких важных биологически активных веществ, как пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты. Они являются, в основном, источником легкоусвояемых углеводов и насыщенных жиров, чрезмерное потребление которых нарушает сбалансированность рациона, как по основным пищевым веществам, так и по энергетической ценности. В связи с этим МКИ становятся перспективными объектами для обогащения их функциональными ингредиентами [1].

Среди современных способов обогащения МКИ особый интерес представляют те, которые предусматривают использование добавок из нетрадиционного растительного сырья – отходов некоторых пищевых производств. Они не только обогащают изделия биологически активными веществами, но и повышают их качество.

Нами разработаны технологии бисквитов и маффинов повышенной пищевой ценности с использованием осветленных (ОСВ) и неосветленных свекловичных волокон (НСВ), а также диетической добавки «Шрот зародышей пшеницы пищевой» (далее – шрот) [2, 3]. Шрот производится КП «Белоцерковхлебопродукт» (г. Белая Церковь) путем комплексной переработки и обезжиривания зародышей пшеницы по ТУ У 20608169.002-99. Свекловичные волокна получают из свекловичного жома на ОАО «Каневсксахар» (Краснодарский край), и их качество соответствует требованиям ТУ 9112-0001-05122481-09 «Волокна свекловичные (из сахарной свеклы)».

Химический состав исследуемых добавок, приведен в таблице 1. Как видно, свекловичные волокна содержат значительное количество растительных биополимеров, а именно: пектин, целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин. Известно, что пищевые волокна, и особенно пектиновые вещества, которые составляют почти половину всех свекловичных волокон, по своим физико-химическим свойствам являются лучшими природными энтеросорбентами – комплексобразователями тяжелых металлов, радионуклидов, остаточных пестицидов. Шрот, в свою очередь, помимо содержания большого количества пищевых волокон является источником значительного количества витаминов и минеральных веществ.

Таблица 1

Химический состав свекловичных волокон и шрота

Показатели	НСВ	ОСВ	Шрот
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Массовая доля сухих веществ, % не менее	87.0	90.0	93.0



Окончание табл. 1

1	2	3	4
Массовая доля целлюлозы, %	23.0–28.0	23.0–28.0	25.3
Массовая доля лигнина, %	7.0–9.0	7.0–9.0	3.8
Массовая доля пектиновых веществ	20.0	20.0	2.0
Массовая доля гемицеллюлоз, %	25.0	25.0	2.2
Белки, %	6.0–9.0	7.0–10.0	45.0
Каротиноиды, мг/100г	–	–	2.0
Витамины, мг/100 г			
в т. ч. токоферол (Е)	–	–	7.5
тиамин (В ₁)	–	–	0.2
пиродоксин (В ₆)	–	–	0.3
ниацин (РР)	–	–	0.5
Минеральные вещества, мг/100 г			
Кальций	115.0	240.0	370.0
Фосфор	620.0	51.0	78.0
Магний	220.0	100.0	145.0
Марганец	36.0	15.0	23.0
Калий	2190.0	30.0	46.0
Натрий	7.3	180.0	275.0
Железо	7.0	60.0	140.0
Кремний	0.1	240.0	370.0
Алюминий	<0.03	30.0	46.0
Цинк	21.9	10.5	18.4

Учитывая, что исследуемые добавки имеют неодинаковый химический состав, можно прогнозировать их различные физико-химические и технологические свойства. Исходя из того, что нами предложено использовать эти добавки в технологиях МКИ, считаем целесообразным изучить их влияние на технологические свойства пшеничной муки и структурно-механические свойства теста.

Объекты и методы исследования. Изменения белково-протеиназного комплекса муки пшеничной высшего сорта в присутствии добавок, оценивали по количеству и качеству клейковины, физическим, структурно-механическим свойствам теста, которые определяли на альвеографе Шопена и фаринографе Брабендера. Углеводно-амилазного комплекса – по показателям амилограмм на амилографе Брабендера и изменения вязкости водно-мучной смеси по «числу падения».

Шрот и свекловичные волокна (осветленные и неосветленные) смешивали с мукой, заменяя ее добавками в количестве 5.0–20.0%. Контрольными – служили образцы без добавок.

Результаты и их обсуждение. В образовании структуры теста большинства МКИ основная роль принадлежит белкам клейковины муки, которые во время замешивания теста поглощают воду, и, удерживая ее, образуют клейковинный каркас. Однако, в рецептуру МКИ входят также и другие ингредиенты, такие как яйцапродукты, жир, сахар, которые, в свою очередь, также влияют на процессы структурообразования теста. Тем не менее, именно количество и качество клейковины пшеничной муки обуславливает большинство показателей текстурных характеристик изделий. Поэтому нами было проведено исследование влияния добавок на клейковину пшеничной муки (табл. 2).

Таблица 2

Влияние свекловичных волокон и шрота на клейковину пшеничной муки

Образцы клейковины с добавками	% замены муки	Значения показателей			
		Количество сырой клейковины, %	Количество сухой клейковины, %	Упругость на ИДК, ед. пр.	Растяжимость, см
Контроль (без добавки)		24.7±0.5	6.2±0.2	60.0±1.2	11.0±0.2
НСВ	5.0	19.2±0.4	4.8±0.1	55.0±1.1	10.0±0.2
	10.0	11.5±0.3	2.9±0.1	54.0±1.1	9.0±0.2
ОСВ	5.0	22.2±0.4	5.6±0.1	53.0±1.1	10.0±0.2
	10.0	12.7±0.3	3.2±0.1	52.0±1.1	9.0±0.2
Шрот	5.0	24.2±0.5	6.1±0.1	66.0±1.3	11.0±0.2
	10.0	23.2±0.5	5.8±0.1	60.0±1.2	11.0±0.2
	15.0	21.5±0.4	5.4±0.1	54.0±1.1	11.0±0.2
	20.0	20.0±0.4	5.0±0.1	50.0±1.1	10.0±0.2



Как видно из таблицы 2, внесение добавок приводит к некоторому снижению количества сырой и сухой клейковины. Так, при использовании 5.0–10.0% НСВ содержание сырой клейковины уменьшается на 22.3–53.4 %, и ОСВ – на 10.1–48.6%, а при внесении шрота в количестве 5.0–20.0% – на 2.0–19.0 %. Отмыть клейковину с добавлением 15.0–20.0% волокон не удалось, поскольку она стала крошащейся.

С увеличением дозировок всех добавок в исследуемом диапазоне происходит незначительное увеличение упругости клейковины, а ее растяжимость практически не изменяется. Уменьшение количества сырой и сухой клейковины при внесении добавок может быть связано с дегидратирующим действием на клейковинные белки пищевых волокон, содержащихся в добавках, которые конкурируют с ними за связывание воды. Полученные данные о снижении количества клейковины и небольшом ее укреплении в присутствии шрота согласуются с имеющимися в литературе [4].

Следует отметить, что изменение упругости клейковины муки не будет негативно сказываться на качестве изделий, поскольку образование прочного клейковинного каркаса может привести к чрезмерному уплотнению структуры теста и получению недостаточно разрыхленного мякиша выпеченных бисквитов и маффинов, а также снижению их объема и пористости.

Известно, что целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые вещества исследуемых добавок характеризуются высокой водопоглощительной способностью [5], и способны определенным образом, влиять на процессы тестообразования. Поэтому, считаем целесообразным определить влияние добавок на структурно-механические свойства теста на фаринографе. Результаты расшифровки фаринограмм приведены в таблице 3.

Поскольку полученные результаты о влиянии осветленных и неосветленных волокон на показатели фаринограмм практически одинаковы, считаем возможным привести данные экспериментов только с ОСВ. Анализ фаринограмм показал, что внесение в тесто ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% увеличивает время его образование в 1.5–2.25 и 1.25–2.0 раза соответственно по сравнению с контрольным образцом. При этом устойчивость теста по сравнению с контролем сокращается с 20.0–50.0% до 30.0–40.0% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние свекловичных волокон и шрота на структурно-механические свойства теста (по фаринографу)

Образцы теста с добавками	% замены муки	Значения показателей				
		Время образования, мин.	Устойчивость, мин.	Стабильность, мин.	Разжижение, ед. ф.	Водопоглощительная способность, %
Контроль (без добавки)		2.0±0.1	5.0±0.1	7.0±0.2	20.0±0.4	56.0±1.2
ОСВ	5.0	3.0±0.1	4.0±0.1	7.0±0.2	30.0±0.6	60.5±1.2
	10.0	3.5±0.1	3.5±0.1	7.0±0.2	40.0±0.8	63.5±1.3
	15.0	4.0±0.1	3.0±0.1	7.0±0.2	50.0±1.0	68.0±1.4
	20.0	4.5±0.1	2.5±0.1	7.0±0.2	60.0±1.2	72.0±1.4
Шрот	5.0	2.5±0.1	3.5±0.1	6.0±0.1	30.0±0.6	59.0±1.2
	10.0	3.0±0.1	3.0±0.1	6.0±0.1	40.0±0.8	62.0±1.2
	15.0	3.5±0.1	2.5±0.1	6.0±0.1	50.0±1.0	66.0±1.3
	20.0	4.0±0.1	2.0±0.1	6.0±0.1	60.0±1.2	70.0±1.4

Стоит отметить, что стабильность теста при внесении осветленных свекловичных волокон не изменяется по сравнению с контролем, а при внесении шрота – меняется не значительно. Внесение добавок в количестве 5.0–20.0% значительно увеличивает водопоглощительную способность на 5.4–28.6%, что связано, как мы уже упоминали, со способностью полисахаридного комплекса добавок связывать и удерживать воду, создавая весомую конкуренцию основным биополимерам тестовой системы, в первую очередь, белкам клейковины и крахмала в поглощении воды. Интенсивное связывание воды в тесте пищевыми волокнами добавок полисахаридного комплекса, объясняет также увеличение времени образования теста и некоторого уменьшения его стабильности.

При изучении физических свойств теста с исследуемыми добавками на альвеографе не удалось снять альвеограммы образцов теста с добавлением свекловичных волокон в исследуемом диапазоне концентраций в силу технических возможностей прибора. Физические свойства теста со шротом, определенные на альвеографе, приведены в таблице 4. Результаты исследований на альвеографе свидетельствуют о том, что внесение шрота в количестве 5.0–15.0% с заменой муки по сравнению с контролем снижает упругость теста на 3.1–25.5% и его растяжимость на 23.4–45.3%, а показатель альвеографа – на 25.6–53.3% соответственно. Полученные данные можно объяснить значительным содержанием полисахаридов в добавках, которые не позво-



ляют сформировать эластичный клейковинный каркас, что приводит к потере упругости теста и снижению силы муки. Отношение P/L, которое характеризует сбалансированность между собой показателей физических свойств теста, несколько возрастает. Это обусловлено тем, что упругое свойство теста снижается меньшими темпами, чем его растяжимость.

Таблица 4

Влияние шрота на физические свойства теста по данным альвеографа Шопена

Показатели	Контроль (без добавки)	Значение показателей образцов муки с добавлением шрота, % замены		
		5.0	10.0	15.0
Упругость теста (P), мм	98.0±2.0	95.0±1.9	84.0±1.7	73.0±1.4
Растяжимость (L), мм	64.0±1.3	49.0±1.0	42.0±0.8	35.0±0.6
Отношение P/L	1.5±0.03	1.9±0.04	2.0±0.1	2.1±0.1
Показатель альвеографа, W, ед. альвеогра.	281.0±5.6	209.0±4.2	164.0±3.3	131.0±2.6

Крахмал пшеничной муки играет важную технологическую роль в процессе приготовления МКИ, как бисквитов, так и маффинов. Поскольку их приготовление предполагает использование кратковременного замеса с пшеничной мукой, а следовательно набухание клейковинных белков и образование развитого клейковинного каркаса не происходит. На формирование структуры теста и выпеченных изделий, существенно влияют свойства крахмала, такие как набухание и клейстеризация. Кроме того, внесение добавок с заменой пшеничной муки, снижает массовую долю клейковины. Для изучения влияния исследуемых добавок на свойства крахмала пшеничной муки были сняты амилограммы теста. Расшифровка амилограмм теста с добавками приведена в таблице 5.

Таблица 5

Влияние свекловичных волокон и шрота на свойства крахмала пшеничной муки

Образцы теста с добавками	% замены муки	Значения показателей			
		Время до начала клейстеризации крахмала, мин	Время от начала клейстеризации крахмала до достижения максимальной вязкости, мин	Максимальная вязкость, ед. а.	Температура суспензии при максимальной вязкости, °С
Контроль (без добавки)		26.0±0.8	20.0±0.6	600.0±18.0	83.0±2.5
ОСВ	5.0	24.0±0.7	18.0±0.5	570.0±17.1	81.0±2.4
	10.0	22.0±0.7	16.0±0.5	535.0±16.1	79.0±2.4
	15.0	20.0±0.6	14.0±0.4	505.0±15.2	77.0±2.3
	20.0	18.0±0.5	12.0±0.3	470.0±14.1	75.0±2.3
Шрот	5.0	24.5±0.7	19.0±0.6	580.0±17.4	82.0±2.5
	10.0	23.0±0.7	18.0±0.5	560.0±16.8	81.0±2.4
	15.0	21.5±0.6	17.0±0.5	540.0±16.2	80.0±2.4
	20.0	20.0±0.6	16.0±0.5	510.0±15.3	79.0±2.4

Установлено, что влияние осветленных и неосветленных волокон на показатели амилограмм практически не отличается, поэтому приводим данные, полученные только с ОСВ.

Анализ амилограмм показал, что внесение в тесто ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% уменьшает время до начала клейстеризации на 7.7–30.8% и на 5.7–23.1%, а также время от начала клейстеризации крахмала до достижения максимальной вязкости на 10.0–40.0% и на 5.0–20.0% соответственно по сравнению с контрольным образцом.

Показатель максимальной вязкости снижается при добавлении ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% на 5.0–21.7% и на 3.3–15.0% соответственно, что возможно объяснить сниженным количеством крахмала в образцах с добавками за счет замены ими части муки.

Температура суспензии при максимальной вязкости уменьшается от 1.2–2.4% до 4.8–9.6%. Стоит отметить, что снижение температуры при максимальной вязкости может быть предпосылкой к замедлению черствения готовых изделий, поскольку существует мнение о том, что снижение температуры клейстеризации может способствовать замедлению процесса ретроградации крахмала [6, 7].

Дополнительную информацию о действии добавок на углеводно-амилазный комплекс пшеничной муки получили с помощью прибора «числа падения» Харберга. Было определено



«число падения» клейстеризованной водно-мучной суспензии с добавлением НСВ, ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% . Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6

Влияние свекловичных волокон и шрота на показатель «Число падения»

Образцы теста с добавками	% замены муки	Значение показателя
Контроль (без добавки)		381±11
НСВ	5.0	335±6
	10.0	329±6
	15.0	313±6
	20.0	308±5
ОСВ	5.0	333±6
	10.0	325±6
	15.0	310±5
	20.0	305±5
Шрот	5.0	340±6
	10.0	335±6
	15.0	324±6
	20.0	312±6

Введение добавок несколько снижает время разжижения водно-мучной суспензии. Так, с добавлением в тесто НСВ, ОСВ и шрота в количестве 5.0–20.0% уменьшают показатель «числа падения» на 12.1–19.2%, на 12.6–19.9% и на 10.8–18.1 соответственно по сравнению с контрольным образцом, что свидетельствует о снижении вязкости водно-мучной суспензии в присутствии добавок. На наш взгляд, это связано со снижением содержания крахмала в образцах с добавками за счет замены части муки ими.

Заключение

Внесение шрота, осветленных и неосветленных свекловичных волокон в количестве 5.0–20.0% с заменой пшеничной муки приводит к снижению количества сырой клейковины и некоторому ее укреплению. Присутствие добавок в количестве 5.0% с заменой пшеничной муки способствует незначительному повышению водопоглотительной способности и времени образования теста, а также сокращению устойчивости. Увеличение количества добавок до 20.0% приводит к существенному изменению этих структурно-механических характеристик теста за счет снижения количества клейковины, а также изменения в нем соотношения крахмальных и некрахмальных полисахаридов по сравнению с контрольным образцом, что согласуется с данными, имеющимися в литературе [6, 8].

Увеличение водопоглотительной способности пшеничной муки с исследуемыми добавками указывают на необходимость корректировки количества рецептурных компонентов и воды, необходимых для получения теста с заданными структурно-механическими свойствами.

Введение исследуемых добавок в количестве 5.0–20.0% с заменой пшеничной муки способствует уменьшению показателей максимальной вязкости, а также времени и температуры клейстеризации крахмала, что связано с трансформацией углеводно-амилазного комплекса тестовой системы. Снижение температуры клейстеризации крахмала в присутствии добавок способствует замедлению его ретроградации, кроме того некрахмальные полисахариды способны к дополнительному связыванию воды в системе, что является предпосылкой к торможению процессов черствения выпеченных мучных изделий.

Список литературы

1. Технологічні аспекти створення хлібобулочних і кондитерських виробів спеціального призначення / Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова, З.І. Кучерук // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1(6). – С. 25–30.
2. Самохвалова О.В., Касабова К.Р. Збагачення мафінів харчовими волокнами // Наукові праці ОНАХТ. зб. наук. пр. / Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса, 2011. – Вип. 40. – Т. 1. Техн. науки. – С. 161–163.
3. Самохвалова О.В., Касабова К.Р., Олійник С.Г. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» у технології бісквітного напівфабрикату // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2011. – Вип. 2 (14). – С. 255–261.
4. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» для підвищення харчової цінності пшеничного хліба / О.І. Кравченко, Г.М. Лисюк, С.Г. Олійник, П.О. Карпенко // Наукові праці ОНАХТ: зб. наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. техн. – Одеса, 2010. – Вип. 38. – Т.1. – С. 195–200.

5. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Новые продукты питания. – М. : Наука, 1998. – 304 с.
6. Інноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання / П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, В.М. Михайлов та ін. ; за заг. ред. П.П. Пивоварова; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2011. – 444 с.
7. The pasting behavior and freeze-thaw stability of native starch and native-xanthan gum pastes / C.S. Brennan, C.K. Tan, V. Kuri, C.M. Tudorika // International Journal of food Science & Technology. – 2004. – №10. – Vol. 39. – Pp. 1017–1022.
8. Влияние генов wx на хлебопекарные качества мягкой пшеницы / Т.А. Рыжкова, М.Ю. Третьяков, И.П. Моторина, В.П. Нецветаев // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 4. – С. 21–23.

THE INFLUENCE OF FOOD FIBERS ADDITIVES ON BREAD-MAKING PROPERTIES OF WHEAT FLOUR

E.R. Kasabova, O.V. Samokhvalova

*Kharkiv State University of Food
Technology and Trade, 333 Klochkivska
St, Kharkiv, 61051, Ukraine*

E-mail: thknhk@mail.ru

The problem of the enrichment of flour confectionery by food fibers has been examined. The influence of beet-root fibers and wheat germs extraction cakes on protein-proteinase and carbohydrate-amylase complexes of wheat flour has been considered. In the presence of the additives under study the amount and quality of gluten, properties of the wheat flour starch and structural-mechanical characteristics of dough proved to change.

Key words: wheat flour, bread-making properties, flour confectionery, dietary fibers, beet-root fibers, wheat germ meal.