



4. Pawelzik, E. Stoffwechseluntersuchungen erbrachten Grenzwerte für verlustarme Olsaatenlagerung [Text] / E. Pawelzik // Getreidewirtschaft. – 1987. – Vol. 31, №10. – S.226-228.

5. Корнилов И.И. Зависимость продуктивности товарных семян горчицы сарептской от их физико-технологических свойств [Текст] / И.И. Корнилов // Вестн. Саратов. гос. аграр. ун-та. – Саратов, 2007. – № 3. – С. 11-12.

6. Стародубцева А.И. Практикум по хранению зерна [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.И. Стародубцева, В.С. Сергунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.

7. Смирнова Т.А. Микробиология зерна и продуктов его переработки [Текст] / Т.А. Смирнова, Е.И. Кострова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.

8. Технічна мікробіологія [Текст] / Л.В. Капрельянц, Л.М. Пилипенко, А.В. Єгорова та ін.; за ред. Л.В. Капрельянца. – О.: Друк, 2006. – 308 с.

9. Єгорова А. За правильного зберігання насіння гірчиці немає умов для розвитку мікроорганізмів [Текст] / А. Єгорова, Г. Євдокимова, С. Орлова, В. Тіора // Зерно і хліб. – № 1. – 2007. – С. 27.

Поступила 03.2010

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039



УДК: 577.114.4: 633.1

Л.В. КАПРЕЛЬЯНЦ, д-р техн. наук, профессор, А.С. ШУНЬКО, аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий, г.Одесса

ЗЕРНОВЫЕ β -ГЛЮКАНЫ: ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ

В обзоре представлены современные сведения о строении, физико-химических свойствах и физиологических эффектах зерновых β -глюканов. Рассмотрены вопросы ферментативных превращений β -глюканов и использования биотехнологических подходов в производстве их концентратов.

Ключевые слова: β -глюкан, полисахариды, злаковые, ферменты, физиологический эффект.

The review presents the modern concepts concerning the structure, physicochemical properties and physiologic effects of cereal β -glucans. The questions of β -glucans enzymic transformation and usage of biotechnological approaches in production of β -glucan concentrate were studied.

Key words: β -glucan, polysaccharides, cereal, enzyme, physiological effect.

Недостатки в структуре и качестве питания сопровождаются неспособностью соответствующих защитных систем организма адекватно отвечать на неблагоприятные воздействия окружающей среды, что резко повышает риск развития многих заболеваний. Продукты, которые человек потребляет в настоящее время, являются неполноценными по содержанию биологически активных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма. По данным обследований 90% населения подвержены недостатку в организме аскорбиновой кислоты, витамины группы В, а также каротина, кальция и других минеральных веществ. Продолжает сокращаться средняя продолжительность жизни. Специалисты этот факт напрямую связывают с некачественным питанием [1].

В этой связи возникает острая необходимость улучшения качества продуктов питания на зерновой основе по двум направлениям: во-первых, путем обогащения продуктов наиболее массового спроса (муки, хлеба, крупы), жизненно важными незаменимыми веществами – витаминами, микро- и макроэлементами. Во-вторых, путем концентрирования биологически активных веществ зерновых продуктов в виде функциональных ингредиентов лечебно-профилактических рационов питания [2].

Одной из задач современной пищевой технологии является поиск функциональных ингредиентов питания, которые могли бы не только помочь чело-

веку избавиться от различного рода заболеваний, но также помогли повысить его работоспособность, сделать организм более устойчивым к внешним неблагоприятным факторам, и, что самое главное, не нанести вреда организму. К такому важнейшему функциональному компоненту питания можно отнести β -глюканы [3].

β -глюканы – важнейшие полисахариды зерновых, которые определяют их потенциальную полезность для лечебно-профилактического питания. Он содержится в клеточных стенках эндосперма и алейронового слоя злаковых культур. Наибольшим содержанием β -глюкана характеризуется зерно овса и ячменя, количество которого в них варьируется в диапазоне 1,8–7,9% и 2,8–11,0% соответственно. Известно, что рожь и пшеница отличается незначительным содержанием β -глюкана: 0,5–2,6% (рис.1)[4]

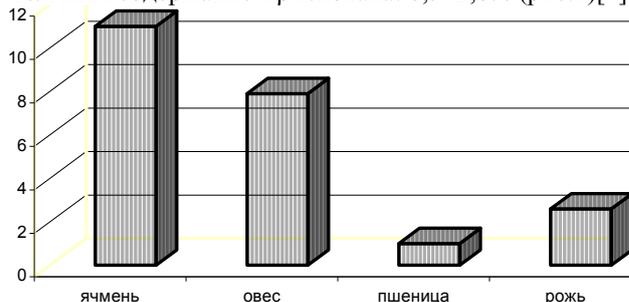


Рис. 1. Содержание β -глюкана в злаковых культурах, %.



Существует множество методов экстракции β -глюканов, которые позволяют максимально его извлекать из сырья. Традиционные методы экстракции, очистки и концентрирования β -глюканов из муки включают следующие направления: гидролиз при различных значениях pH, водная экстракция, экстракция при низких температурах, двойной ферментативный гидролиз термостабильной α -амилазой и панкреатином, для удаления крахмальных и белковых составляющих, диализ экстракта для удаления продуктов расщепления крахмала и белков, очистка и высушивание полисахарида [5].

Для удаления моносахаридов, жиров, аминокислот, фенолов, свободных сахаров для инактивации присутствующих эндогенных ферментов иногда применяют обработку горячим раствором этанола (80-90%) или смеси изопропанола и петролейного эфира [5].

В работе [6] отмечено, что нагревание с обратным холодильником муки злаковых с 70% этанолом недостаточно для стабилизации вязкости конечного экстракта.

Обработка растворами сильных щелочей выступает альтернативным вариантом инактивации эндогенной β -глюканазы. β -глюкан, обычно экстрагируют горячей водой (до 65°C) или раствором NaOH, а также водой при 47-52°C ниже температуры клейстеризации крахмала, с целью уменьшения его растворимости [6].

Во многих исследованиях экстракция β -глюкана проводилась одновременно или следовала сразу после ферментативного гидролиза амилолитическими ферментами, которые использовались для удаления крахмала и протеолитическими ферментами (панкреатин) для удаления белковых веществ. Разработан метод позволяющий уменьшать содержание белка в выделенном препарате β -глюкана до 1,0-3,8%, включающий снижение pH до 4,5 с последующим удалением белкового осадка центрифугированием. Использование различных адсорбционных материалов (каррагинана, глины, целлита) является эффективным для удаления белков из водного экстракта. Для увеличения степени очистки экстрагируемого β -глюкана на последней стадии добавляют $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ [7].

Существует способ, получения β -глюкана без использования органических растворителей, который включает экстракцию горячей водой (55°C) с последующим циклом заморозки – оттаивания экстракта, фильтрацию получившегося гелеобразного или волокнистого осадка, сушку при комнатной температуре, последующее растворение в воде при 80°C и повторный цикл заморозки – оттаивания. Этот процесс не ведет к инактивации эндогенных ферментов, что приводит к понижению молекулярного веса β -глюкана [7].

Чистота препарата β -глюкана зависит от многих факторов: от состава исходного сырья, содержания примесей, а также от условий и методов выделения (pH, температуры, времени и количества экстракций) [7].

Разработана технология производства препарата Oatrim, содержащего до 5% β -глюкана. Его производство

не требует больших затрат, и вместе с тем, придает продуктам дополнительные функциональные свойства. Oatrim изготавливается двумя компаниями: «Mountain Lake Speciality Ingredients» производит Oatrim под названием TrimChoice-5, а «Quaker Oats» совместно с «Rhodia» выпускают подобный продукт под названием Beta-Trim. Другая важная разработка – производство препарата β -глюкана из ячменя, под названием Glucagel. Glucagel является новым функциональным гидроколлоидом, содержащим до 100% β -глюкана. Он образует мягкие термообратимые гели [8].

β -глюканы являются неразветвленными полисахаридами, образованными из гликопиранозных остатков, соединенных группами сопряженных β -(1→4) связей и изолированными β -(1→3) связями (рис. 2). Изолированные β -(1→4) связи не встречаются в структуре зерновых β -глюканов, большинство β -(1→4) связей располагаются группами по 2 или 3. Основным структурным фрагментом являются цепи целлотриозы и остатки целлотетразы, соединенные одиночными β -(1→3) связями. Основная цепь β -глюкана, таким образом, напоминает структуру целлюлозы, но содержит перегиб в положении β -(1→3) связывания. Эти перегибы разрушают прочные водородные связи, которые обычно присутствуют в целлюлозе, поэтому, в отличие от целлюлозы, зерновые β -глюканы растворимы в воде.

Таблица 1

Характеристика некоторых промышленных продуктов β -глюканов

Название	Содержание β -глюкана, %	Производитель
Cerogen	70-90	Roxdale Food Ltd, Новая Зеландия
C-trim20	21	Roxdale Food Ltd, Новая Зеландия
C-trim30	32	Roxdale Food Ltd, Новая Зеландия
C-trim50	48	Roxdale Food Ltd, Новая Зеландия
Glucagel	75-80	Gracelinc Ltd, Новая Зеландия
Natureal	20	Finn Cereal, Финляндия
Nature 1500	15	Nurture Inc., Мизула
Nutrim-OB	11	Carriere and Inglett, (2000)
Ceapro	94	Ceapro Inc., Канада
Quaker	9	Carriere and Inglett, (2000)
Oatrim	5	Carriere and Inglett, (2000)
OatsCreme	1	American Oats Inc., Миннеаполис
OatVantage	54	Nurture Inc., Мизула
OatWell 14%	14	CreaNutrition, Швейцария, Oat Ingredients, Денвер
OatWell 16%	16	
OatWell 22%	22	
Viscofiber	50	Cevena Bioproduct Inc., Канада

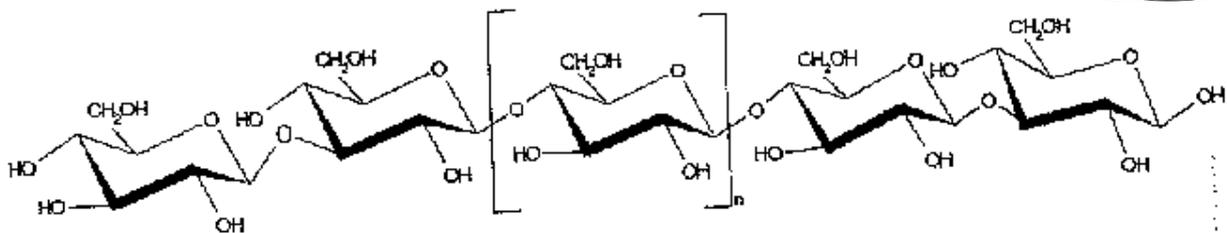


Рис. 2. Структурная формула β -глюкана.

Фермент лихеназа расщепляет β -(1 \rightarrow 4) связь, следующую за β -(1 \rightarrow 3) связью (двигаясь в сторону редуцирующего конца полимера). Обработка β -глюкана лихеназой приводит к образованию ряда олигомеров, которые обладают тем же количеством глюкопиранозных остатков, что и остатки клеточных олигомеров исходного полимера β -глюкана, хотя вместо β -(1 \rightarrow 4) связи в конце цепи они содержат β -(1 \rightarrow 3) связи. Около 90% β -глюкана состоит из целлотриозных и целлотетраозных олигомеров, соединенных β -(1 \rightarrow 3) связями. Оставшаяся часть содержит целлоолигомерные остатки, обладающие высокой степенью полимеризации. Целлоолигомеры, степень полимеризации которых находится в диапазоне между 5 и 9, наиболее распространены. При обработке лихеназой некоторых типов β -глюканов, особенно экстрагированных при высокой температуре, образуется осадок, который содержит олигомеры с степенью полимеризации 8...19. Так как смежные β -(1 \rightarrow 3) связи, как и одиночные β -(1 \rightarrow 4) связи, окруженные двумя β -(1 \rightarrow 3) связями, не встречаются в β -глюканах, очевидно, что гликозидные связи не являются совершенно случайными. Анализ фрагментов ферментативного гидролиза показывает, что последовательность связей зависит исключительно от предшествующих связей, которые располагаются не далее, чем за 2 глюкозных остатка, хотя и существует значительная корреляция между гликозидными связями, находящимися на расстоянии 15...20 глюкозных звеньев [8].

(1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -глюканы – полисахариды, преобладающие в клеточных стенках эндосперма, алейронового слоя, скутеллума зерен ячменя, в проросших семенах ячменя и расщепляются гидролазами, относящимися к трем классам. Это (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -глюкан-глюканогидролазы (КФ 3.2.1.73), лихеназы, гидролизующие 1,4- β -глюкозидные связи в β -глюканах, содержащие 1 \rightarrow 3 и 1 \rightarrow 4 связи, глюкан-4-глюкангидролазы (целлюлазы), катализирующие гидролиз 1,4- β -глюкозидных связей в целлюлазе, лихенине и β -глюканах ячменя, эндо-1,3- β -глюканазы (КФ 3.1.2.39), гидролизующие 1 \rightarrow 3- β -глюкозидные связи в 1,3- β -глюканах (ламинариназы). Уровень активности β -глюканаз относительно низкий, особенно эндо-1,4- β -глюканаз.

Наибольшую роль в расщеплении (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -глюканов ячменя приписывают (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -глюкангидролазе. Уровень содержания эндо-1,3- β -глюканаз в прорастающих семенах также относительно высок и они могут играть большую роль в освобождении из клеточных стенок и расщеплении (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -D-глюканов. При совместном действии перечисленных ферментов происходит полная деполимеризация (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -D-глюканов до глюкозы. Таким путем образуется 18% глюкозы, содержащейся в эндосперме ячменя.

Существует также предположение, что в проросших семенах ячменя имеется особый фермент, рас-

творяющий эти β -глюканы. Специфичность этого фермента не изучена. Известно, что он обладает карбокси-пептидазной активностью и, по-видимому, освобождает (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -D-глюканы из клеточной стенки.

Из проросших семян ячменя были выделены в высокоочищенном состоянии эндо-(1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -глюканазы, которые расщепляли (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -D-глюканы ячменя до (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)-три и тетраглюкозидов [9].

Поведение β -глюканов в водном растворе довольно сложно. β -глюкан с высокой молекулярной массой образует вязкие растворы. Обычно, чем выше молекулярная масса β -глюкана, тем раствор будет более вязким при заданной концентрации. β -глюканы с низкой молекулярной массой могут ассоциировать и агрегировать, а это изменяет поведение раствора β -глюкана. Внутренняя вязкость β -глюкана в растворе согласуется с вытянутой конформацией, которую можно смоделировать как жесткий цилиндр.

Ряд исследований показал, что вязкоупругие свойства растворов β -глюканов согласуется с лабильной ассоциацией цепей β -глюкана, которые при механическом воздействии разрушаются, также наблюдалось повышение вязкости растворов β -глюкана с увеличением температуры, образцы с различной температурой обладали различными вязкоупругими свойствами [8].

Было обнаружено, что, обладающий низкой молекулярной массой β -глюкан, полученный из овсяной муки образует гели. Реологические свойства которого подобны свойствам негелеобразующих полисахаридов, например, гуаровой камеди. Различие в поведении β -глюканов с высокой и низкой молекулярной массой является следствием того, что после завершения процесса ассоциации коротким цепям легче перегруппироваться и расщепить участок ассоциации, чем длинным цепочкам [8].

β -глюканы не расщепляются ферментами желудочно-кишечного тракта, практически не усваивается в организме человека, проявляя тем самым пробиотические свойства. Он эффективно снижает количество холестерина в организме, снижает усвоение углеводов, повышает чувствительность тканей к инсулину, уменьшает концентрацию глюкозы в крови, улучшает обмен веществ. β -глюканы оказывают мощное воздействие на иммунную систему организма, создавая защитный барьер от вирусов, бактерий, грибков, паразитов и канцерогенов, обладают антиоксидантными, противоопухолевыми, радиопротекторными свойствами, стимулируют быстрое заживление ран после операций и травм, а также пролежней и язв, стимулирует обновление кожи. Они обладают способностью эффективно связывать воду, поэтому способны сорбировать значительное количество воды. Это свойство позволяет использовать их в

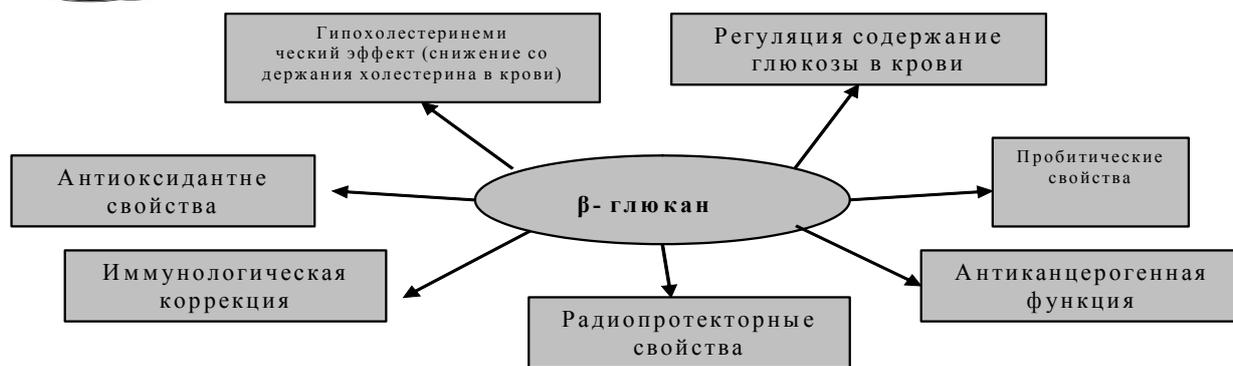


Рис. 3. Физиологические эффекты β -глюканов в организме человека.

качестве стабилизаторов пищи. β -глюкан способствует сорбции ионов кальция, вследствие чего, он контролирует потерю кальция в организме человека [10]. β -глюканы эффективно снижают риск ишемической болезни сердца [1]. Структура β -глюкана в растворе непосредственно связана с его свойствами, оказывающими благотворное влияние на здоровье, когда он используется в качестве пищевой добавки. Способность β -глюкана к понижению уровню холестерина связана с увеличением вязкости содержимого пищеварительного тракта при растворении β -глюкана, а это снижает повторное всасывание желчи.

Было проведено большое количество исследований, посвященных изучению гипохолестеринемических свойств β -глюкана и вообще растворимых волокон. В овсяных отрубях, содержащих β -глюканы с высокой молекулярной массой, обнаружили снижение до 30% уровня холестерина в сыворотке крови крыс, в диету которых входило 3,3% β -глюкана. Овсяные отруби, содержащие β -глюкан низкой вязкости, были менее эффективны в снижении уровня холестерина в сыворотке крови (рис.3) [11].

Исследования на добровольцах показали, что β -глюкан понижает общий холестерин, а также холестерин липопротеидов низкой плотности, тогда как уровень липопротеидов высокой плотности остается таким же. Также было отмечено, что β -глюканы, обладающие низкой молекулярной массой, являются неэффективными. Похожие результаты были получены для других вязких полисахаридов, которые являются эффективными гипохолестеринемическими агентами. Например, изучение гуаровой камеди показало, что без высокой вязкости гуаровая камедь неэффективна в снижении уровня холестерина в сыворотке крови. Однако не все исследования показали, что высокая вязкость является необходимым услови-

ем для эффективности [12].

Существует также хорошее доказательство того, что β -глюкан может быть не единственным компонентом, влияющим на уровень холестерина. Добавление токотриенолов в овсяные отруби оказывает более значительное влияние на снижение холестерина у цыплят, чем использование только отрубей. В отличие от исследований других ученых, они пришли к выводу, что удаление β -глюкана из ячменной диеты не изменяет ее действенность. Они также предположили, что возможно другой компонент ячменя снижает уровень холестерина. Это могут быть как арабиноксиланы, содержащиеся в ячмене и также образующие вязкие растворы, или токотриенолы, естественно присутствующие в зерне [13].

Проведено несколько исследований, посвященных изучению гликемической реакции на прием пищи, особенно у людей, страдающих диабетом, после переваривания пищи, содержащей β -глюкан [14,15,16]. Пришли к заключению об эффективности β -глюкана в снижении гликемической реакции на глюкозу, принимаемую перорально, а также о зависимости этой эффективности от логарифма вязкости [17]. В богатых глюкозой продуктах, таких как зерновые, можно наблюдать 50 % снижение пиковых значений глюкозы при концентрации β -глюкана 10 %. Подобное падение уровня глюкозы в сыворотке крови также наблюдалось у людей, страдающих диабетом и принимающих пищу с высоким содержанием β -глюкана [14,16]. Управление по контролю продуктов питания и лекарственных препаратов США утвердило профилактическую суточную дозу β -глюкана, составляющую 3 г [1].

Таким образом, β -глюкан – важнейший компонент лечебно-профилактических рационов питания и разработка функциональных ингредиентов и продуктов на его основе является актуальной задачей современной пищевой науки и технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hozova B, Kuniak L, Moravcikova P, Gajdosova A. 2007. Determination of Water-Insoluble β -D-Glucan in the Whole – Grain Cereals and Pseudocereals. *Food Sci*, Vol. 25, № 6.
2. Капрелянц Л. В., Лоргачева К. Г. Функциональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
3. Проблемы питания: гигиена, безопасность, регионально ориентированный подход: материалы второй региональной науч.-практ. конф. 19 апреля, 2007 г. / под ред. И.В. Шешунова, Е.Н. Касаткина.-Киров: Кировская государственная медицинская академия, 2007-112с.
4. Johansson, L. 2006. Structural analyses of (1-3) (1-4)- β -D- glucan of oat and barley (dissertation). EKT series 1354. University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology. 85pp
5. S.M.Ragae, P.J.Wood, Q.Wang, S.Tosh. and Y.Brummer. 2008. Extractability, Structure and Molecular Weight of β -Glucan from Canadian Rye Whole Meal. *Cereal Chem.* 85(3):283-288.
6. S.M.Ragae, P.J.Wood, Q.Wang, S.Tosh. and Y.Brummer. 2008. Isolation, Fractionation, and Structural Characteristics of Alkali – Extractable β -Glucan from Rye Whole Meal. *Cereal Chem.* 85(3):289-294.
7. Costas G, Biladeris, Marta S. Izidorczyk. *Functinal Food Carbohydrates*. – 2007, CRS Press, N-Y, - p. 7-11.
8. Филлис Г.О, Вильямс П.А. Пер. С англ. Под ред. Кочетковой А.А., Сарафановой Л.А. Справочник по гидроколлоидам. – Спб.: ГИОРД, 2006. – 361 – 365с.



9. Кретович В.Л. Прикладная биохимия и микробиология. – 1992. – Т.28. – Вып5. – С. 653-654.
10. Marica Lyly. *Espoo 2006. Added β -Glucan as a source of fibre for consumers (dissertation). VTT Publication 594.96p. + app. 50p.*
11. Malkki Y., Autio K., Hanninen O. "Oat bran concentrates: physical properties of β -glucan and hypocholesterolemic effects in rats", *Cereal Chem.* 1992 69(6)647-53.
12. Davidson M. H., Dugan L. D., Stocki J., Dicklin M. R., Maki K. C., Coletta F., Cotter R., Mcleod M., Hoersten K. "A low-viscosity soluble-fiber fruit juice supplement fails to lower cholesterol in hypercholesterolemic men and women", *J. Nutr.*, 1998 128 (11) 1927-32.
13. Peterson D., Qureshi A. A. "Effects of tocols and β -glucan on serum lipid parameters in chickens", *J. Sci Food Agric.* 1997 73 417-24.
14. Braaten J. T., Scott. F. W., Wood, P. J., Riedel K. D., Collins M.W. "High β -glucan oat bran and oat gum reduce postprandial blood glucose and insulin in subjects with and without type 2 diabetes", *Diabetic Medicine*, 1994 11 312-18.
15. Wursch P., PI-Sunyer F. X. "The role of viscous soluble fiber in the metabolic control of diabetes". *Diabetes Care*, 1997 20 (11) 1774-80.
16. Tappy L., Gugolz E., Wursch P. "Effects of breakfast cereal containing various amount of β -glucan fibers on plasma glucose and insulin responses in NIDDM subjects". *Diabetes Care*, 1999 19(8)831-4.
17. Wood P. J. "Evaluation of oat bran as a soluble fibre source, Characterization of oat β -glucan and its effects on glycaemic response", *Carbohydr. Polym*, 1994 25 331-6.

Поступила 05.2010

Адрес для переписки:

ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039



УДК 664.653.8

Г.Ф. ПШЕНИШНЮК, канд. техн. наук, доцент, С.Н. ПАВЛОВСКИЙ, канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ВЛИЯНИЕ ДВУХСТАДИЙНОГО ЗАМЕСА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА И КАЧЕСТВО ХЛЕБА

В данной статье представлены результаты исследований влияния двухстадийного замеса на реологические свойства пшеничного теста. С целью интенсификации типовых процессов тестообразования и улучшения газодерживающей способности теста исследовали влияние постадийного дозирования органических кислот и поваренной соли на процесс структурообразования, реологические свойства теста и качество хлеба.

Ключевые слова: мука, тесто, соль, молочная кислота, реологические свойства.

In this article the results of researches of influencing of the twostage involving are presented on reologicheskies properties of wheat test. With the purpose of intensification of model processes of testoobrazovaniya and improvements of gazouderzhivayushey ability of test probed influence of postadiynogo dosage of organic acids and culinary salt on the process of strukturoobrazovaniya, reologicheskies properties of test and quality of bread.

Keywords: flour, dough, salt, suckling acid, reologicheskies properties.

При ускоренном производстве хлебобулочных изделий основной задачей стадии тестоприготовления является интенсификация микробиологических процессов спиртового и молочнокислого брожения, а также доведение структурно-механических свойств теста при пластикации до состояния, гарантирующего тестовым заготовкам максимальную газо- и формоудерживающую способность. Это возможно лишь при оптимальном протекании типовых процессов тестоприготовления, необходимые условия для которых могут быть обеспечены при двухстадийном замесе теста с пофазным дозированием ингредиентов рецептуры [1, 2].

В хорошо выброженном полуфабрикате в среднем содержится этилового спирта 1,5–3,0%, уксусной кислоты 0,2–0,4% и молочной кислоты 0,4–0,6%. Поэтому для улучшения вкуса и аромата хлеба, приготовленного по ускоренной технологии, как правило включают в рецептуру необходимое количество органических кислот, молочной сыворотки, «спелого» теста или концентрированной молочнокислой закваски. Предварительными опытами установлено, что совместное использование органических кислот и поваренной соли приводит к резкому увеличению длительности пластикации теста.

С целью интенсификации типовых процессов тестообразования и улучшения газодерживающей способности теста исследовали влияние постадийно-

го дозирования органических кислот и поваренной соли на процесс структурообразования, реологические свойства теста и качество хлеба.

Кинетику тестообразования изучали на фаринографе Брабендера, а изменение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса – экстенсографе Брабендера. Для опытов использовали пшеничную муку первого сорта с содержанием сырой клейковины 32% и качеством клейковины по данным ИДК-1 65ед. Тесто консистенцией 500 усл.ед. замешивали на фаринографе из 300г муки базисной влажности, 4,5г поваренной соли, 1,2г молочной кислоты в виде 40%-ного раствора и воды по девяти вариантам.

План экспериментальной части работы представлен в табл.1.

При одностадийном замесе (вариант 1-3) ингредиенты вносились в тесто одновременно, а в остальных опытах (вариант 4-9) соль и молочную кислоту дозировали постадийно. Например, по варианту №6, из муки, воды и соли замешивали тесто в течение 2 мин. Затем тесто выдерживали в месилке фаринографа 30 мин. при температуре 30°C и, после внесения необходимого количества молочной кислоты продолжали дальнейшую механическую обработку. Пластикацию прекращали по истечении 12 мин. после начала разжижения теста по данным фаринографа.