

УДК 664.682.9

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ТЕСТА ДЛЯ ПЕЧЕНЬЯ

Стрелкова Анастасия Константиновна

аспирант

Красина Ирина Борисовна

Заведующий кафедрой

krasina@kubstu.ru

Филиппова Елизавета Валентиновна,

доцент

Кубанский государственный технологический университет

г. Краснодар, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние инулинов с различной степенью полимеризации на реологические свойства безглютенового теста на основе смеси кукурузного крахмала, кукурузной и гречневой муки и установлена возможность их оптимизации путем применения инулина с необходимой степенью полимеризации. Показано, что доля инулина снижала значения коэффициента консистенции и повышала пластичность. Инулин с наибольшей средней степенью полимеризации оказал наиболее сильное влияние на вязкоупругие свойства полученного теста. Внесение в тесто инулина также вызывало значительное снижение вязкости.

Ключевые слова: инулин, безглютеновое тесто, печенье, реологические свойства.

Основным методом лечения целиакии является диетотерапия, при которой должна соблюдаться строгая и пожизненная безглютеновая диета [1], при пищевой аллергии диета назначается на срок от нескольких месяцев до 1 - 2 лет. Диетотерапия требует индивидуального подхода, в т.ч. адекватной замены элиминированных продуктов равноценным по питательной ценности и калорийности, с хорошей переносимостью и усвояемостью.

Исключаются все продукты и блюда, имеющие в составе пшеницу, рожь, ячмень, овес. Больные не должны получать хлебобулочных изделий, пирогов, блинов, макаронных изделий, пудингов, крекеров, печенья, кексов, многих сладостей, шоколада, мороженого. Но важно помнить о продуктах, содержащих «скрытый» глютен, то есть который не указан в составе продукта, но содержится как обязательная технологическая добавка.

К безглютеновым продуктам относят продукты, содержащие не более 200мг глютена на 1кг сухого продукта. Безглютеновая диета предусматривает использование риса, гречихи, кукурузы, картофельной муки, сои, различных овощей (картофель, морковь, капуста, кабачок, тыква и другие), фруктов (яблоки, груши, бананы), фруктовые соки, различные сорта мяса и птицы, нежирные сорта рыбы, растительные масла, мёд, варенье, джемы. Имеются специальные безглютеновые диеты, которые по своему составу являются физиологическими, имеют некоторое повышенное содержание белка и кальция. Большое значение имеет применение смесей, обогащенных лизоцимом, цинком, секреторными иммуноглобулинами.

Технология производства безглютеновых кондитерских изделий основана в основном на использовании крахмалов различного растительного происхождения, а также кукурузной, рисовой, соевой и гречневой муки [2]. Однако введение пищевых или диетических добавок затруднено из-за хрупкой структуры таких изделий, которая может быть легко перегружена применяемыми добавками.

Инулин - это полисахарид с интересными функциональными свойствами и про-здоровой активностью. Его цепи состоят из остатков фруктопиранозы,

соединенных β (2,1)-гликозидными связями. На конце каждой молекулы присутствует одна единица глюкозы. Коммерческие препараты инулина содержат полимеры с различной степенью полимеризации и различным количеством олигосахаридов. Из-за своей химической структуры инулин не может усваиваться в пищеварительном тракте, а продукты, содержащие его в своем составе, характеризуются пониженной энергетической ценностью. Кроме того, инулин, как пищевое волокно, обладает пребиотической функцией. Помимо этих преимуществ для здоровья, инулин может играть функциональную роль в пищевой промышленности [3]. Он используется в качестве наполнителя и структурообразователя, а также в качестве вещества, улучшающего реологические свойства и вкус [4]. Кроме того, он стабилизирует эмульсии и пены и регулирует удержание воды в пищевых продуктах. Эти функциональные свойства в основном связаны с его способностью образовывать физически стабильные гели.

Целью нашего исследования явилось сравнение препаратов инулина с различной степенью полимеризации (DP) при производстве безглютенового печенья, путем мониторинга их влияния на реологические и термические свойства получаемого теста.

Тесто для безглютенового печенья готовили на основе мучной смеси кукурузного крахмала, кукурузной и гречневой муки с добавлением сахара-песка, яиц и жира. В опытных образцах часть мучной смеси в количестве 4, 8 или 12% была заменена инулином: высоко растворимым инулином HSI (DP < 10), гранулированным инулином GR (DP \geq 10) и высокоэффективным инулином HPX (DP > 23).

Реологические свойства теста для печенья характеризовали по изменению эффективной вязкости при температуре 25°C и скорости сдвига в диапазоне от 1 до 30 с⁻¹, а также по изменению упругих и пластических деформаций теста.

Как показали полученные данные, во всех образцах частичная замена мучной смеси инулином приводила к снижению эффективной вязкости. Найдено уравнение степенного закона, адекватно описывающее

экспериментальные данные, при этом установлено, что различия в показателях потока не были статистически значимыми [5]. Коэффициент консистенции заметно зависел от уровня инулина и снижался с увеличением доли инулина в тесте. Следует, однако, отметить, что более высокие дозировки инулина не приводят к значительному изменению значений коэффициента консистенции, что говорит о том, что выше определенного уровня инулина дальнейшее изменение консистенции теста не происходит. Хорошо известно, что инулин обладает высокой гигроскопичностью и снижает доступность воды для других компонентов теста. Молекулы инулина образуют зоны соединения и таким образом заключают в себе большое количество воды. Замена мучной смеси растворимыми формами инулина и олигосахаридов приводит к снижению водопоглощения и уменьшению показателя консистенции теста, разбавляя гидроколлоиды и уменьшая набухание крахмала.

Изучение пластичности и упругости контрольного и опытных образцов с различными дозировками и типами инулина показало, что все образцы обладают вязкоупругими свойствами. Наименьшая мгновенная податливость была обнаружена для контрольного образца и 12% инулина НРХ. Вязкоупругая податливость связана с разрушением и трансформацией связей между компонентами теста. Время задержки - это время, характеризующее реакцию вязкоупругого материала на мгновенное приложение постоянного напряжения. Добавление инулинов GR и HSI повышало значения мгновенной податливости, а это значит, что тесто было менее устойчиво к деформации, несмотря на снижение содержания воды в рецептуре. Это может быть объяснено различной степенью полимеризации инулинов, более низким DP и, следовательно, высокой растворимостью, что делает тесто более восприимчивым к нагрузкам. Такое поведение может быть связано также с наличием низкомолекулярных сахаров, консистенция которых ослаблена. Кроме того, водорастворимый инулин образует микрокристаллы, которые взаимодействуют, создавая частицы геля, а это, в свою очередь, может привести к восприимчивости к деформации. Увеличение среднего DP и снижение растворимости ограничивали изменение

пластичности для теста, содержащего инулин НРХ, а при самом высоком уровне его добавления вызывали его снижение. В случае инулина НРХ более низкие дозы (4 и 8%) вызывали повышение пластичности, в то время как самые высокие (12%) приводили к ее снижению, что, вероятно, было вызвано дополнительным добавлением воды. Высокомолекулярный инулин ограничивает доступность воды и усиливает структуру, создаваемую гидроколлоидами, в зависимости от уровня инулина. Вероятно, что образование гелиевой структуры инулином возможно только для молекул соответствующей длины после адекватной термической обработки. В случае теста, которое не нагревается, эффект влияния инулина можно объяснить только усилением структурообразующего действия компонентов.

Для упругости наблюдалась такая же тенденция, что и для пластичности. Упругость увеличивалась с повышением дозировки инулина HSI и GR и уменьшалась при добавлении 12% инулина НРХ. Меньшие количества НРХ не давали статистически значимых эффектов по сравнению с контрольным образцом. Наименьшая нулевая сдвиговая вязкость наблюдалась для 12 процентных добавок в тесто инулина HSI и GR. Для обоих видов теста эти значения были обратно связаны с уровнем инулина, хотя различия между 8% и 12% не были статистически значимыми. Для образцов теста с инулином НРХ не установлено той же тенденции, и, хотя на самом низком уровне наблюдалось падение вязкости, ее значение постепенно увеличивалось с увеличением дозировки инулина. Показано, что инулин с высоким DP усиливает структуру теста, вызывая значительное изменение нулевой сдвиговой вязкости. Это может быть объяснено взаимодействиями между длинными цепями, образованными его молекулами. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что дозировка инулина не оказывает существенного влияния на значения нулевой сдвиговой вязкости, в то время как наблюдается явное влияние типа инулина. С другой стороны, время задержки определялось в основном дозировкой инулина и существенно не зависело от его типа. Во всех опытных образцах с инулином выявлено более низкое время задержки по сравнению с контрольным образцом.

В образцах с инулином HSI время задержки уменьшалось с повышением уровня добавки, но для образцов, содержащих инулины GR и HPX такой тенденции не наблюдалось. Это означает, что независимо от степени его полимеризации инулин разжижает систему, вызывая более легкую переориентацию структурных элементов теста, что приводит к более высокой скорости восстановления после деформации.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что применение инулина существенно изменяет реологические свойства безглютенового теста. Эти изменения зависят от типа инулина, то есть от степени полимеризации и наличия низкомолекулярных сахаров в рецептуре и их дозировки по рецептуре.

Список литературы:

1. Murray, D.B. The respiratory oscillation in yeast phase definitions and periodicity / D.B. Murray // *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. – 2006. – 7 (12). – P. 1.
2. Карачанская, Т.А. Научно-теоретическое обоснование производства мучных кондитерских изделий специального назначения / Т.А. Карачанская, И.Б. Красина, Н.К. Данович. – Краснодар: КубГТУ, 2013. 142 с.
3. Красина, И.Б. Безглютеновые хлебцы с использованием нетрадиционных видов сырья / И.Б. Красина, Н.К. Данович, О.И. Казьмина // *Фундаментальные исследования*. - 2015. - № 2-8. - С. 1626 - 1631.
4. Коновалова, Е.В. Особенности функционально-технологических свойств пищевых волокон в мучных кондитерских изделиях / Е.В. Коновалова, И.Б. Красина, Н.А. Тарасенко, А.Б. Бузунар, Ю.Н. Никонович // *Изв. вузов. Пищевая технология*. – 2012. – № 5-6. – С. 35-37.
5. Красина, И.Б. Разработка рецептуры безглютеновых вафельных хлебцев из смеси гречневой муки и пищевой добавки «Кофейная» / И.Б. Красина, Б.О. Хашпакянц, Е.В. Филиппова, Е.В. Красина // *Изв. вузов. Пищевая технология*. – 2020. – № 2-3. – С. 42-45.

UDC 664.682.9

OPTIMIZATION OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BAKERY DOUGH

Strelkova Anastasia Konstantinovna

Post graduate student

Krasina Irina Borisovna,

Head of the department

krasina@kubstu.ru

Filippova Elizaveta Valentinovna

Associate Professor

Kuban State Technological University

Krasnodar, Russia

Annotation. The influence of inulins with different degrees of polymerization on the rheological properties of gluten-free dough based on a mixture of corn starch, corn and buckwheat flour is considered, and the possibility of their optimization by using inulin with the required degree of polymerization is established. It was shown that the proportion of inulin reduced the values of the consistency coefficient and increased the plasticity. The inulin with the highest average degree of polymerization had the strongest effect on the viscoelastic properties of the resulting dough. The addition of inulin to the dough also caused a significant decrease in viscosity.

Key words: inulin, gluten-free dough, cookies, rheological properties.