УДК 664.692

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ МУКИ

В.Г. Юрчак, докт. техн. наук, профессор,
Т.П. Голикова, канд. техн. наук, доцент,
С.Д. Паливода
Национальный университет пищевых технологий, г.Киев, Украина

Одной из проблем макаронной отрасли является обеспечение высокого качества изделий при переработке хлебопекарной муки, которая особо остро встала в последнее время. Использование современных поточно-автоматизированных линий для производства макаронных изделий, в которых используются прогрессивные режимы технологических процессов приготовления теста и сушки макаронных изделий, позволяет обеспечить приемлемое качество изделий даже при переработке хлебопекарной муки. Но при этом предъявляются достаточно высокие требования к качеству хлебопекарной муки.

Однако в Украине принят в 1999 году и действует в настоящее время отраслевой стандарт ГСТУ 46.004-99, которым предусмотрены пониженные требования к показателям качества муки. В частности, регламентировано содержание клейковины для муки хлебопекарной высшего сорта 24% (для макаронной отрасли – не менее 25 %) по сравнению с 28 %, предусмотренным ранее действующим ГОСТ 26574.

Опыт работы предприятий показывает, что по качеству клейковина перерабатываемой муки преимущественно относится ко второй группе. Таким образом, по количеству и качеству клейковины, основного структурообразующего компонента муки, перерабатываемая хлебопекарная мука значительно уступает требованиям к муке для производства макаронных изделий.

В Национальном университете пищевых технологий (г.Киев) проводятся системные исследования использования структурообразующих пищевых добавок с целью улучшения качества макаронных изделий из муки с пониженными технологическими свойствами. Основными задачами этих исследований является выявление наиболее эффективных структурообразователей, разработка рациональных технологических режимов производства макаронных изделий с их использованием, изучение механизма действия этих улучшителей.

Наиболее обширная группа пищевых добавок, исследованных нами в качестве улучшителей структуры макаронных изделий – это гелеобразующие добавки, а именно: углеводной природы – карбюлоза (натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы) и метилцеллюлоза, пектин, камеди растительного происхождения; белковой природы – желатин [1].

В работе исследовали гидрофильные свойства пищевых добавок и их влияние на изменение свойств теста и основного структурообразующего компонента муки клейковины, на структуру теста, формы связи влаги с материалом и кинетику её удаления в процессе сушки, а также изучали влияние структурообразователей на качество изделий и устанавливали оптимальные их дозировки.

Изучение влияния гидрофильных добавок на свойства теста осуществляли с помощью валориграфа. При определении влияния их на свойства теста клейковины определяли содержание сырой и сухой клейковины, её гидратационную способность, растяжимость над линейкой, показатели сжимаемости на приборе ИДК. Данные для пектина приведены в табл.1 и 2.

Установлено, что пектин повышает водопоглотительную способность теста и одновременно проявляет дегидратирующее влияние на клейковину муки, вызывает повышение упругих свойств клейковины, что, безусловно, положительно сказывается на свойствах теста при переработке муки со слабой клейковиной. Все гелеобразующие добавки, в разной степени, повышают водопоглотительную способность теста и аналогично пектину влияют на свойства клейковины.

Таблица 1 - Влияние пектина на показатели валориграмм теста

Добавка, % к массе муки	Показатели валориграмм				
	ВПС, $см^3/100г$	Время образования теста, мин	Стойкость, мин.	Упругость теста, ед. приб.	Разжижение теста, ед. приб.
Без добавок	63,40	1,0	10,0	160	130
Пектин цитрусовый 1	64,00	1,0	8,5	140	190
2	67,50	0,75	9,5	105	190
(раствор), 2	77,80	0,8	7,5	105	180
Пектин свекловичный, 1	67,00	1,0	8,5	160	100

Таблица 2 – Влияние пектина на количество и качество клейковины

Добавка, % к массе муки, и способ внесения	Показатели количества и качества клейковины				
	Содержание клейковины, %		Гидратационная способность, %	Показатель ИДК, ед. прибора	Растяжимость, см
	сырой	сухой			
Контроль	25	9,0	178	67	13
Пектин цитрусовый					
(сухой), 0,5	23,5	8,6	173	65	10
(сухой), 1,0	21,6	8,4	157	62	8
(раствор),1,0	21,3	8,0	166	69	6
Пектин свекловичный					
(сухой), 0,5	24,6	8,9	176	61	11
(сухой) 1,0	23,8	8,8	167	55	10

Исследование микроструктуры макаронных изделий с помощью электронного микроскопа показало, что наиболее плотная структура изделий образуется в случае использования пектина и желатина. Однако пектин следует вносить в сухом виде, поскольку при внесении пектина в виде коллоидного раствора он прочно удерживает влагу и препятствует образованию клейковины. Очевидно, при использовании пектина в сухом виде в тесте он конкурирует с клейковиной за связывание воды и, набухая, вместе с клейковиной участвует в образовании структуры теста, связывая между собой крахмальные зерна.

Изучение влияния пектина на качество макаронных изделий проводили для муки с пониженными технологическими свойствами, а именно для муки хлебопекарной первого

сорта с низким содержание крошащейся клейковины (содержание клейковины - 20%, ИДК - 50 ед. приб.) и для макаронной муки первого сорта с низким содержанием слабой клейковины (содержание клейковины - 24%, ИДК - 95 ед. приб.). дозировка пектина составляла 0,2-1,0%. Результаты эксперимента показали (табл. 3), что в случае переработки муки с низким содержанием клейковины внесение пектина в количестве 0,4-0,6% способствует улучшению качества макаронных изделий: улучшается их цвет, состояние поверхности, увеличивается их прочность, изделия лучше сохраняют форму после варки, уменьшается переход сухих веществ у варочную воду на 1,2% по сравнению с контрольным образцом. При внесении пектина в количестве 0,4% к массе муки качество макаронных изделий по отдельным показателям несколько уступает изделиям в содержанием 0,6% пектина, однако не существенно. Таким образом, можно считать, что оптимальная дозировка пектина для улучшения качества макаронных изделий составляет 0,4-0,6% к массе муки.

Более эффективной пищевой добавкой для улучшения структуры изделий является желатин, который способствует получению прочных изделий при дозировке 0,2-0,4% в зависимости от качества муки. Однако преимущество использования пектина состоит в том, что он придает изделиям радиозащитные и комплексообразующие свойства.

Таблица 3 – Влияние цитрусового пектина на качество макаронных изделий из муки со сниженными технологическими свойствами

Образцы макаронных изделий, дозировка пектина, % к массе муки		Показатели качества макаронных изделий					
		Цвет	Кислотность, град	Прочность, Н	Коэффициент увеличения массы, $K_м$	Коэффициент увеличения объема, K_v	Переход СВ в воду, %
Мука с низким содержанием крошащейся клейковины							
Без добавок		Кремовый с серым оттенком	3,0	2,5	1,7	2,8	9,4
С пектином	0,2	Такой же	3,2	3,0	1,4	1,9	9,0
	0,4	Кремовый	3,4	3,5	1,6	2,3	8,7
	0,6	Кремовый	3,5	3,8	1,6	2,3	8,2
	1,0	Кремовый	4,0	4,0	1,8	2,6	8,0
Мука со слабой клейковиной							
Без добавок		Серый	3,0	2,8	2,2	2,7	9,0
С пектином	0,5	Светло-серый с кремовым оттенком	3,5	3,8	2,6	2,9	8,4
	1,0		4,0	4,2	2,8	2,9	8,0

Для создания функциональных изделий нами разработаны изделия с внесением пектина 1% к массе муки. Установлено, что сорбционная способность этих изделий по отношения к свинцу увеличивается и составляет 35,39 мг Pb^{2+}/100 г макаронных изделий по сравнению с 10,18 мг Pb^{2+}/100 г изделий без добавок. Противорадионуклидные свойства макаронных изделий «Пектиновых» проявляются в снижении накопления Cs-137 в организме животных на 14,9% по сравнению с контрольной группой за 31 день наблюдений [2].

Улучшению качества макаронных изделий способствует использование метилцеллюлозы и карбюлозы, однако положительный эффект достигается при меньших дозировках метилцеллюлозы – 0,1-0,2% к массе муки и несколько больших карбюлозы – 0,4-0,6%. Однако изделия с таким содержанием карбюлозы также обладают комплексообразующими и радиозащитными свойствами. Сорбционная способность к свинцу макаронных изделий с внесением карбюлозы 1% к массе муки составляет 18,20 мг Pb^{2+}/100 г изделий. Радиозащитные свойства макаронных изделий исследовались в клинике Украинского научного центра радиационной медицины АМН. Макаронные изделия с карбюлозой пациенты употребляли по 100 г 1 раз в день на завтрак на протяжении 10 дней. Таким образом больные получали дневную норму карбюлозы. Определение инкорпорированных радионуклидов осуществлялось счетчиком излучения человека «СИЧ» вначале и в конце лечения. Результаты исследования показали, что употребление макаронных изделий с 1% карбюлозы ускорило элиминацию радионуклидов и способствовало выведению инкорпорированного радиоцезия Cs-137 в среднем на 15,9 % [3].

Улучшение качества макаронных изделий из хлебопекарной муки достигается и при использовании камедей растительного происхождения: камеди гуара, камеди дерева тара и камеди рожкового дерева [1]. Наибольший эффект наблюдается при использовании камеди гуара в количестве 0,15% к массе муки, в меньшей мере – при использовании камеди рожкового дерева (табл. 4).

Для обоснования способа подготовки камедей к производству и изучения их гидрофильных свойств определяли вязкость коллоидных растворов камедей при разных температурах в процессе их выдержки в течении 8 часов.

Поскольку в макаронном производстве используется холодный и теплый замесы теста, исследовали изменение вязкости в диапазоне температур от 20°С до 60°С. При внесении камедей в количестве 0,15% к массе муки с учетом количества воды, необходимого для замеса теста, концентрация растворов камедей составляет примерно 0,5%. Исследования вязкости проводили при этой концентрации. Вязкость определяли с помощью капиллярного вискозиметра Оствальда. Результаты определения представлены на рис. 1.

Таблица 4 - Показатели качества макаронных изделий с камедями растительного происхождения

Показатели	Контроль	Из внесением камедей в количестве 0,15% к массе муки		
		камеди гуара	камеди тара	камеди рожкового дерева
Органолептические показатели				
Готовые изделия: - цвет	кремовый	кремовый, светлее	кремовый	кремовый, светлее
-стекловидность	стекловидные	стекловидные		стекловидные
- наличие микротрещин	незначительные микротрещины	практически нет микротрещин	незначительные микротрещины, меньше чем у контроле	незначительные микротрещины, меньше чем у контроле
Прочность, Н	4,7	4,7	3,9	4,8
Варочные свойства				
Коэффициент увеличения массы, $К_м$	2,9	3,0	3,1	3,0
Коэффициент увеличения объема, $К_о$	2,0	2,2	2,4	2,2
Переход СВ в воду, %	5,2	4,4	4,5	4,9

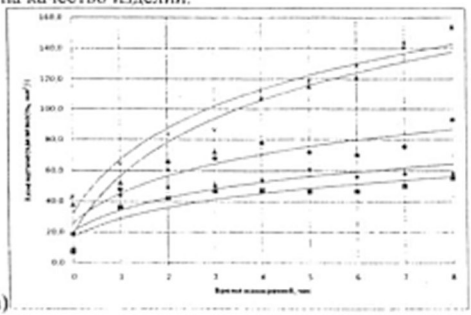
Как показывают представленные данные, раствор камеди гуара при температуре 20 °С имеет наибольшую начальную кинематическую вязкость 9,1 мм^2/с. В процессе выдержки раствора она значительно возрастает в течение полутора-двух часов до 59,88 мм^2/с, а потом практически не меняется. С увеличением температуры до 40-60°С увеличивается как его начальная вязкость, так и вязкость раствора после выдержки.

Вязкость коллоидного раствора камеди дерева тара при температуре 20°С сразу после приготовления имеет меньшую вязкость, чем вязкость растворов камеди гуара, но в течение первых двух-трех часов резко увеличивается и превышает вязкость камеди гуара. При этом он имеет более высокую вязкость, чем камедь гуара. При температуре 50-60°С растворы камеди тара имеют высокую кинематическую вязкость сразу после приготовления и составляет при температуре 60°С 78,65 мм^2/с.

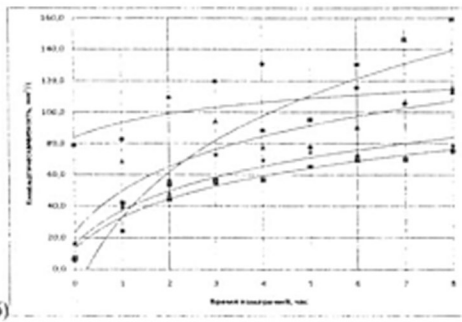
Кинематическая вязкость растворов камеди рожкового дерева при температуре 20 °С наименьшая 2,7 мм^2/с. С увеличением температуры начальная вязкость возрастает и существенно увеличивается через час после хранения, но остается самой низкой. Лишь при температуре 60 °С вязкость растворов в течении первого часа существенно увеличивается до 128,9 мм^2/с и стает выше вязкости растворов камедей гуара и дерева тара.

В наших опытах применяли теплый замес теста для приготовления изделий. Растворы камедей готовили при температуре воды 60 °С. Наилучшее качество изделий, как указывалось выше, наблюдалось в случае использования камедей гуара, вязкость растворов которой была наиболее низкой. Очевидно, при высокой вязкости растворов

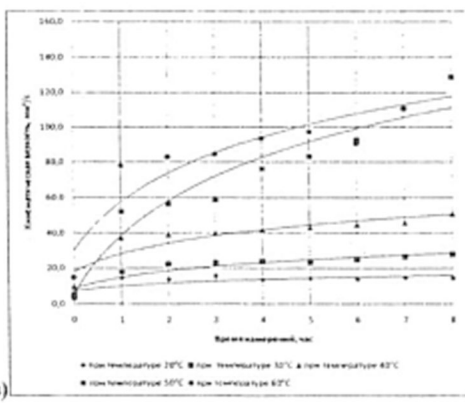
влага в макаронном тесте удерживается сильнее, что негативно влияет на процесс сушки и, в конечном итоге, на качество изделий.



а)



б)



в)

Рисунок 1 - Изменение вязкости растворов камедей растительного происхождения в процессе выдерживания при разных температурах
а) для камеди гуара;
б) для камеди дерева тара;
в) для камеди рожкового дерева

Решающее влияние на качество макаронных изделий оказывает состояние воды во влажном материале и кинетика ее удаления в процессе сушки. Поэтому изучали формы связи влаги в макаронном тесте методом термогравиметрии на дериватографе Q-1000, а также по полученным на установке Мак-Бена изотермам сорбции-десорбции определяли энергию связывания воды, и эффективный радиус микропор (табл. 5) и распределение пор по размерам.

Таблица 5. - Влияние добавок-гелеобразователей на количество и энергию связывания воды

Образцы макаронных изделий, дозировка добавки, % к массе муки	Значения показателей					
	Количество адсорбированной воды, %			Энергия связывания воды, Дж·10^{-3}/моль		Эффективный радиус микропор, $r_{эф}$·10^{10} м
	мономолекулярного слоя $U_м$	полимолекулярного слоя, $U_п$	гигроскопического состояния	мономолекулярного слоя, $U_м$	полимолекулярного слоя, $U_п$	
Без добавок (контроль)	3,0	10,0	16,0	5,60	1,37	12,67
С желатином, 0,4	6,0	10,0	18,0	3,19	1,37	14,16
С карбюлозой, 0,6	8,0	11,0	17,0	2,23	1,05	13,99

Установлено, что гелеобразующие добавки (пектин, желатин, карбюлоза) приводят к образованию тонкопористой микроструктуры изделий, уменьшению размеров макропор и микрокапилляров, снижению энергии связывания воды. Анализ кривых кинетики сушки показал, что образование мелкопористой структуры способствует интенсификации влагопереноса из внутренних слоев, снижению показателей критической влажности, что приводит к более продолжительному сохранению пластических и упруго-пластических свойств сырых изделий во время сушки. Это обусловливает уменьшение градиента влажности во время сушки, снижение внутренних напряжений в изделиях и получение более прочных макаронных изделий. В связи с этим рекомендуется интенсифицировать процесс сушки макаронных изделий с гелеобразующими добавками в первый период и создавать мягкие режимы во второй период сушки.

Таким образом, приведенные выше исследования показали эффективность применения добавок-структурообразователей для улучшения качества макаронных изделий.

В работе определены дозировки пищевых добавок и рекомендован способ их внесения.

Изучены гидрофильные свойства добавок-гелеобразователей и их влияние на свойства теста, а также на процесс сушки изделий.

Список литературы

1. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос-Пресс. 2002. – 256 с.
2. Дослідження радіозахисних властивостей макаронних виробів з пектиновмісними добавками / В.Г.Юрчак, Г.І.Волощук, О.О.Худайкулова, В.І.Дробот, В.Н.Корзун // Вісник аграрн. науки. – 1999. №3. – с.57-58.
3. Юрчак В.Г., Корж Т.В., Дробот В.І. Використання карбюлози для створення макаронних виробів профілактичного призначення та покращання їх якості // Зб. наук. праць КНТЕУ: Ресторанне господарство і туристична індустрія в ринкових умовах. – 2002. С.30-35.