

Влияние улучшающих добавок на коллоидные процессы в макаронном тесте

В.Г.ЮРЧАК

Украинский государственный университет пищевых технологий

Проблемой улучшения качества макаронных изделий из хлебопекарной муки занимались многие исследователи, однако в отдельные периоды она встает с новой остротой.

В Украине предприятия макаронной отрасли перерабатывают преимущественно хлебопекарную муку, поэтому данный вопрос актуален. Особо важен он для малых предприятий, которым зачастую приходится перерабатывать хлебопекарную муку пониженного качества, а установленное оборудование не позволяет создавать оптимальные технологические режимы. Использование улучшителей – один из путей повышения качества макаронных изделий.

Нами установлена эффективность применения для улучшения качества макаронных изделий пищевых добавок-студнеобразователей: желатина, пектина, карбюлозы, а также метилцеллюлозы, которые с этой целью вносятся в тесто в небольших количествах. Кроме того, разработаны рецептуры макаронных изделий с пектином и карбюлозой для профилактического питания, обладающими радиозащитными свойствами и комплексобразующей способностью к тяжелым металлам [1, 2]. Эти изделия содержат указанные добавки в количестве, обеспечивающем потребление с порцией макаронных изделий 50–100 % дневной рекомендуемой их дозы. При использовании этих добавок улучшается состояние поверхности изделий, цвет, стекловидность, варочные свойства, возрастает прочность изделий.

Для изучения механизма влияния этих добавок на качество макаронных изделий важное значение имеет исследование коллоидных процессов, протекающих при приготовлении макаронного теста. Коллоидные процессы определяют формы и энергию связывания воды в тесте и обуславливают его реологические свойства, которые в свою очередь влияют на деформационные процессы при прессовании, формовании и резке изделий, а также на процесс сушки.

Нами определены формы связи влаги с материалом с помощью дериватографа Q-1000, а также в процессе вакуумного обезвоживания макаронного теста на установке Мак-Бена.

Известно, что при формовании макаронных изделий основным видом деформации является вязкое течение, которое зависит от соотношения прочности сис-

The author disclosed efficiency of applying the food additives, gelatinizers to improve quality of macaroni products from flours of lower characteristics. Elaborated were recipes of macaroni products with pectin and carbulose added.

темы и адгезионных сил. Поэтому в работе изучали влияние добавок-студнеобразователей на прочность теста по показателю предельного напряжения сдвига и на его адгезию. Условно предельное на-

пряжение сдвига определяли на автоматизированном пенетрометре АП-4/1 по методике ВЗИПП, для чего сырые макаронные изделия с влажностью 35 % уплотняли в измерительном стаканчике. Кроме того, для теста с влажностью 35 % на приборе Вейлера-Рейбиндера определяли модуль упругости E_1 , модуль эластичности E_2 , равновесный модуль E и эффективную вязкость η . Адгезию измеряли по показателю нормального напряжения адгезионного отрыва твердой плоскости от поверхности модельного теста с влажностью 45 % (последнее было вызвано тем, что прибор не позволяет определить адгезию для теста с меньшей влажностью).

Дериватограммы теста с влажностью 35 и 40 % без добавок и с добавками, полученные в диапазоне температур 20–200 °С при скорости нагрева образцов $v=1,25$ °С/мин, обрабатывали по методике, предложенной А.М.Литвиненко [3].

Результаты обработки дериватограмм (табл. 1) позволяют выделить пять температурных диапазонов, характеризующихся разной скоростью удаления воды и прочностью ее связи с материалом. На первом участке в диапазоне температур 20–70 °С наблюдается почти линейный подъем температуры образцов и незначительная потеря влаги (2–8 % к массе обезвоженного теста), которая, по-видимому, является свободной влагой и находится в крупных порах и ячейках теста. В интервале температур 40–100 °С интенсивность удаления влаги из теста растет, а скорость изменения температуры образцов несколько уменьшается, что свидетельствует о возрастании энергии связи влаги с материалом и соответствует удалению влаги микрокапилляров (от 4,5 до 19,0 % к сухим веществам для разных образцов).

При нагревании образцов выше 100 °С на кривых ДТА и ДТГ наблюдается глубокий эндотермический пик (см. рисунок), который для некоторых образцов довольно четко раздваивается и характеризует удаление влаги двух форм связи влаги – осмотически связанной (100–124 °С) и адсорбционно связанной (115–190 °С). Количество влаги этих двух форм составляет соответственно 23–49 % и 11–24 %. При нагревании теста выше 160–190 °С продолжается незначительная потеря массы, что объясняется началом окисления органических соединений и удалением химически связанной воды.

Таблица 1
Результаты расшифровки дериватограмм макаронного теста

Дозировка добавки, % к массе муки	Данные дериватограмм	
	Температурный интервал, °С	Потеря массы, мг (% к сухим веществам)
Тесто с пектином		
Без добавок (контроль)	I 20–68	20 (3,3)
	II 68–100	50 (8,3)
	III 100–119	230 (38,3)
	IV 119–162	72 (19,6)
Цитрусовый пектин, 2	I 20–67	15 (2,5)
	II 67–103	56 (9,3)
	III 103–120	243 (40,5)
	IV 120,5–167	70 (11,6)
Свекольный пектин, 2	I 20–42	15 (2,5)
	II 42–103	65 (10,8)
	III 103–119	234 (39,0)
	IV 119–162	70 (11,6)
Тесто с карбюлозой		
Контроль (без добавок)	I 20–64	35 (5,4)
	II 64–100	127 (19,5)
	III 100–110	83 (12,7)
	IV 110–165	80 (12,3)
Карбюлоза, 0,4	I 20–70	40 (6,1)
	II 64–100	85 (13,1)
	III 100–110	135 (20,7)
	IV 110–145	65 (10,0)
То же, 0,6	I 20–75	30 (4,6)
	II 75–114	70 (10,8)
	III 114–117	160 (24,6)
	IV 111–148	95 (14,6)
Тесто с желатином		
Контроль (без добавок)	I 20–60	24 (4,0)
	II 60–96	35 (5,8)
	III 96–118	232 (38,6)
	IV 118–160	88 (14,6)
Желатин, 0,2	I 20–51	18 (3,1)
	II 51–97	50 (8,3)
	III 97–110	68 (11,3)
	IV 110–168	274 (46,0)
То же, 0,4	I 20–80	80 (13,3)
	II 80–100	78 (13,0)
	III 100–105	28 (4,6)
	IV 105–147	204 (34,0)

Влияние добавок-студнеобразователей на предельное напряжение сдвига теста

Добавка, % к массе муки	Предельное напряжение сдвига (кПа) макаронного теста		
	Без добавок	С добавкой	Изменение ПНС, в % к контролю
Пектин цитрусовый			
0,5	3,9	4,5	15
1,0	3,9	5,2	33
Пектин свекольный			
0,5	3,9	5,0	28
1,0	3,9	6,0	54
Карбюлоза			
0,2	6,0	9,0	50,0
0,4	6,0	14,0	133,0
0,6	6,0	12,0	100,0
1,0	6,0	10,0	66,6
Метилцеллюлоза			
0,1	5,0	7,0	40,0
0,2	5,0	10,0	100,0
0,4	5,0	6,7	34,0
Желатин			
0,2	9,3	11,1	19,3
0,4	9,3	15,3	64,5

Вместе с тем установлено, что пектин, желатин и карбюлоза по-разному влияют на формы связи влаги с материалом. При использовании пектина как улучшителя уменьшается количество свободной влаги и несколько увеличивается содержание влаги микрокапилляров (II диапазон), а также количество прочно связанной влаги, которая отвечает III диапазону температур и является влагой набухания. Карбюлоза вызывает уменьшение содержания влаги в микрокапиллярах, но в этом случае увеличивается количество осмотически связанной влаги. То есть, карбюлоза в сравнении с пектином в большей степени влияет на прочность связывания воды. Желатин же приводит к уменьшению количества осмотической влаги, но вызывает увеличение содержания адсорбционно связанной влаги. Желатин, в сравнении с контролем, тоже способствует увеличению энергии связывания влаги, но другими центрами и поэтому – иными формами связи. Это объясняется прежде всего различной химической природой добавок-студнеобразователей: пектин и карбюлоза являются полисахаридами, а желатин имеет белковую природу.

Аналогичные зависимости были получены на установке Мак-Бена [4]. Для анализа закономерностей процесса вакуумного обезвоживания образцов макаронного теста определяли константы скорости K этого процесса на разных этапах обезвоживания по формуле:

$$K = \frac{\ln(a_m - a)}{\tau}$$

где a_m – максимальное количество удаленной из образца влаги, г/г сухих веществ; a – количество удаленной влаги за определенное время, г/г сухих веществ; τ – длительность обезвоживания, с.

Установлено, что на I этапе обезвоживания, соответствующем удалению свободной воды и воды макрокапилляров, константа скорости K для теста с пектином ($15,8 \cdot 10^{-5}$ 1/с) меньше константы K для контрольного образца теста ($21,2 \cdot 10^{-5}$ 1/с), что свидетельствует

о меньшем размере макропор в тесте с пектином. Количество влаги с этой формой связи также меньше в тесте с пектином.

На II этапе обезвоживания для теста с пектином возрастает константа скорости процесса и количество удаленной влаги. Это свидетельствует о том, что опытный образец теста имеет более значительный объем микрокапилляров в связи с их большим диаметром.

Наконец, результаты анализа кривых обезвоживания на III и IV этапах подтверждают, что в тесте с пектином возрастает количество наиболее прочно связанной осмотической и адсорбционной влаги, которая удаляется с наименьшей скоростью.

Результаты определения реологических характеристик теста (табл. 2) свидетельствуют, что пектин способствует росту предельного напряжения сдвига теста, а с увеличением дозировки это влияние усиливается. Карбюлоза, метилцеллюлоза, желатин также вызывают упрочнение системы. Наиболее существенное упрочнение структуры теста при оптимальных дозировках наблюдается в случае использования карбюлозы. Причем тут прослеживается закономерность, состоящая в том, что упрочнение структуры теста коррелирует с количеством осмотически связанной воды в нем.

Определение силы адгезии, которое проводили для модельного теста, показало, что исследуемые добавки вызывают ее увеличение. Однако, по-видимому, для реального макаронного теста с низкой влажностью это усиление несущественно и не сказывается отрицательно на состоянии поверхности изделий.

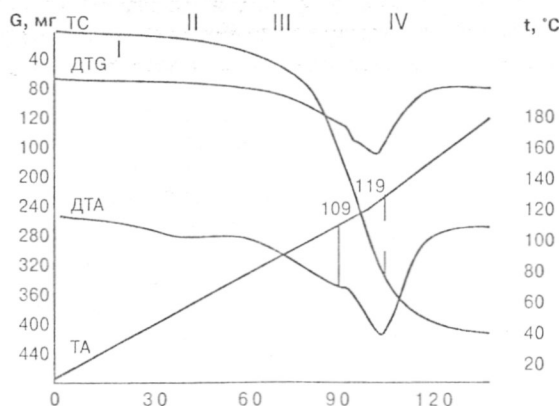
Важное значение для регулирования процесса формирования макаронных изделий имеет соотношение пластичности теста и его прочности. Определение реологических характеристик спрессованного макаронного теста с добавлением желатина на приборе Вейлера-Рейндера показало, что добавки-студнеобразователи уменьшают все характеристики: модуль упругости, модуль эластичности

и показатель эффективной вязкости, что свидетельствует об увеличении пластичности теста. Таким образом, нами установлено, что добавки-студнеобразователи способствуют возрастанию структурной прочности системы и вместе с тем повышению его пластичности. Именно оптимальным соотношением прочности и пластичности системы можно объяснить ее упрочнение и улучшение состояния поверхности макаронных изделий с добавками-студнеобразователями.

Следовательно, пищевые добавки-студнеобразователи способствуют увеличению количества прочно связанной влаги. Упрочнение структуры макаронного теста обусловлено возрастанием осмотически связанной влаги в нем. Улучшающий эффект использования добавок-студнеобразователей при производстве макаронных изделий объясняется оптимальным соотношением возрастания прочности теста и его пластичности.

Литература

1. Юрчак В.Г., Волощук Г.Г., Худайкулова О.О., Дробот В.І., Корзун В.Н. Дослідження радіозахисних властивостей макаронних виробів з пектиновмісними добавками. // Вісник аграрної науки. 1999. № 3. С. 57–58.
2. Юрчак В.Г., Корж Т.В., Годунова Л.Ю. Вплив карбюлози на технологічні процеси виготовлення макаронних виробів. // Хранение и переработка зерна. 2001. № 1. С. 63–65.
3. Литвиненко А.М. Совершенствование процесса и оборудования для сушки пищевых кристаллических материалов: Дис... канд. техн. наук: 05.18.12. – Киев: 1992. 189 с.
4. Волощук Г.І. Розробка технології макаронних виробів з пектином та пектиновмісною сировиною: Дис... канд. техн. наук: 05.18.01. – Київ: 2000. 173 с.



Дериватограмма теста с добавлением 2% цитрусового пектина