

типа А2-ХПК-25 даст годовую экономию природного газа порядка 65 млн. Нм³ без уменьшения объемов производства хлебобулочных изделий.

Литература

1. Васильченко А., Белик В., Щербаков А., Корчинский А. Новые хлебопекарные печи Украины //Хлебопечение России.-2005-№6.
2. Белик В., Щербаков А., Корчинский А., Бутник А. и др. Подовый хлеб типа «Украинский» уже могут выпекать районные хлебозаводы //Хлебопек.-2004,-№6.

УДК 664.858:613.2:532.135-026

СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕТИЧЕСКОГО МАРМЕЛАДА

**Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Толстых В.Ю., канд. техн. наук, доцент,
Аветисян К.В., ассистент
Одесская национальная академия пищевых технологий**

Аннотация: В данной работе проведен сравнительный анализ структурно-реологических характеристик пастило-мармеладных масс на агаре с использованием различных сахарозаменителей. Доказана возможность производства диетического мармелада, по традиционной технологии без изменения расхода студнеобразователя и технологических параметров процесса.

Annotation: The comparative analysis structurally-reology descriptions of fruit jellies with the use of different sugar – substitute was conducted in the work. Possibility of production dietary fruit jellies on traditional technology without dosage change agare and technological parameters of process is proved.

Ключевые слова: агар, фруктоза, полидекстроза, прочность, вязкость, мармелад, структурообразование.

Пастило-мармеладные изделия характеризуются студнеобразной структурой, которая обеспечивает содержанием высокомолекулярных веществ, способных в определенных условиях образовывать студни.

Текстурные свойства готового изделия обусловлены выбором того или иного студнеобразователя. Понятие текстуры подразумевает совместное рассмотрение консистенции и структуры. Консистенция характеризует плотность, прочность и вязкость изделия. Структура описывает спаянность, строение геля, а также его гомогенность. Она хорошо видна на его поверхности после разлома. Так, для пектиновых студней характерна мягкая, слегка затяжистая структура, а для агаровых – более жесткая со стекловидным изломом. Получение желаемой структуры изделия – это всегда влияние множества факторов, привносимых рецептурными компонентами.

Современный рынок сырья и ингредиентов для кондитерской промышленности создает все большие возможности для расширения ассортимента и создания новых видов изделий. Однако, необходимо учитывать специфику производства пастило-мармеладных изделий обусловленную процессом студнеобразования, который зависит от ряда факторов: температуры, рН-среды, присутствия сахарозы.

При разработке диетических изделий, не содержащих сахар, основная трудность заключается в том, что он является не только вкусовым компонентом и наполнителем, но и оказывает влияние на процесс студнеобразования. Так, высокоэтерифицированные пектины, применяемые при производстве мармелада, образуют студни только при содержании сахарозы 60 – 75%. Для образования агарового студня присутствие сахара не обязательно, но при внесении его в раствор, прочность студня повышается. Поэтому выбор сладкого компонента связан не только с его функциональным назначением, но и с технологическими особенностями производства.

Изучение закономерностей изменения структурно-реологических свойств при использовании новых ингредиентов позволяет регулировать структуру и качество готовых изделий. Ранее была изучена возможность применения комплекса из фруктозы и полидекстрозы в качестве сахарозаменителя в технологии пастило-мармеладных изделий на пектине [1,2]. Известно, что применение фруктозы при производстве желейного мармелада на агаре приводит к снижению прочности студня и, следовательно, увеличению расхода студнеобразователя [3].

В данной работе рассмотрено влияние полидекстрозы на структурно-реологические свойства агаровых студней. В качестве объекта исследования был выбран мармелад "Южный", состоящий из желейного и сбивного слоев на агаре [4], в рецептуре которого производили замену сахара на фруктозу и комплекс из фруктозы и полидекстрозы. Соотношение фруктозы и полидекстрозы рассчитывали исходя из коэффициентов их сладости так, чтобы суммарный коэффициент был равен 1 и изделия имели сладость аналогичную изделиям на сахарозе. Результаты исследования структурно-реологических свойств желейных и сбивных масс представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Структурно-реологические свойства желейных и сбивных масс

	Время достижения прочности 4,5 кПа, мин	Максимальная прочность, кПа	Вязкость, Па·с
Желейные массы			при $\gamma = 3\text{c}^{-1}$ ($t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Образец 1*	50	18	225,0
Образец 2	–	3,5	194,0
Образец 3	70	13	122,0
Сбивные массы:			при $\gamma = 5,4\text{c}^{-1}$ ($t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Образец 4	45	16	545,0
Образец 5	110	2	492,0
Образец 6	60	11	431,0

*Примечание: образец 1 – желейная масса на сахаре, образец 2 – желейная масса на фруктозе, образец 3 – желейная масса с комплексом из фруктозы и полидекстрозы, образец 4 – сбивная масса на сахаре, образец 5 – сбивная масса на фруктозе, образец 6 – сбивная масса с комплексом из фруктозы и полидекстрозы.

Вязкостные свойства желейных масс определяли на ротационном вискозиметре «Реотест-2», исследования проводились при температуре формования масс 60 °С и скорости сдвига 3,0-27,0 с-1. После обработки результатов исследований построили кривые течения (рис. 1), из которых видно, что массы обладают стойкой структурой, разрушающейся только после создания определенного напряжения. С увеличением скорости сдвига вязкость масс уменьшается, а после полного разрушения структуры – остается практически постоянной.

Замена рецептурного количества сахара на фруктозу (образец 2) приводит к значительному снижению вязкости. Добавление полидекстрозы (образец 3), благодаря ее способности связывать воду и повышать вязкость растворов приводит к повышению вязкости мармеладной массы. Это в свою очередь обуславливает упрочнение студня, которое происходит в результате коагуляции студнеобразователя (агара) и образования пространственной сетки студня.

Прочность мармеладных изделий, позволяющая производить дальнейшие технологические операции, такие как формование, упаковка, определена экспериментально и составляет 4,5 кПа [5]. Из представленных данных (табл.1) следует, что наибольшей прочностью и скоростью структурирования обладают контрольные образцы 1 и 4 на сахаре, а наименьшей - образцы 2 и 5 на фруктозе. Замена части фруктозы полидекстрозой приводит к повышению прочности студня и сокращению времени структурирования.

Пенообразные сбивные массы представляют собой дисперсную систему, состоящую из ячеек, заполненных газом (как правило, воздухом) и отделенных друг от друга пленками дисперсионной среды – сахаро-белково-агарового золь, способного переходить в гель. Большинство пенообразных масс получают насыщением воздухом сахарно-фруктово-белковой смеси. В сбивном слое для 2-х слойного желейного

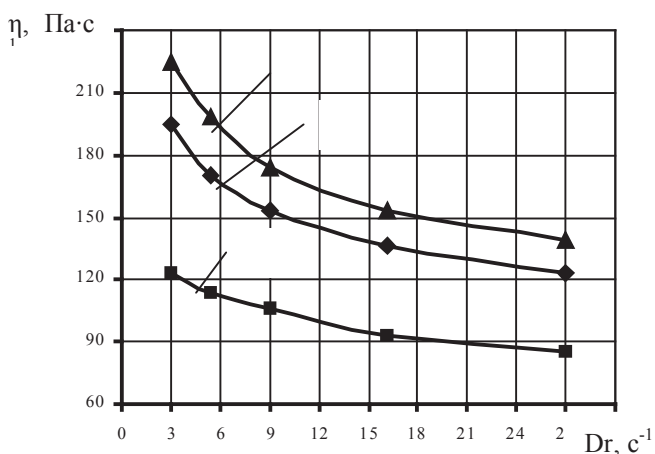


Рис. 1 Эффективная вязкость мармеладных масс на: 1- сахаре, 2 – фруктозе, 3 – фруктозе с полидекстрозой.

мармелада отсутствует фруктовая компонента, поэтому особенностью такой массы является сравнительно высокая вязкость и плотность.

Технология сбивной массы включает две стадии:

- стадию аэрации, на которой мармеладная масса насыщается пузырьками воздуха при взбивании.
- стадию выстойки, на которой масса приобретает достаточную прочность за счет процесса желирования дисперсионной среды.

В качестве пенообразователя для сбивных кондитерских изделий широко используют яичный белок. Его пенообразующая способность и стойкость пены оказывают существенное влияние на формирование структуры сбивных масс. Изучение влияния углеводной составляющей на функциональные свойства белков показало, что применение фруктозы вместо сахара повышает пенообразующую способность, понижая при этом стойкость пены. Пена, образованная белком с комплексом из фруктозы и полидекстрозы отличается большей устойчивостью и дисперсностью воздушных пузырьков, хотя пенообразующая способность при этом ниже чем у пены на сахаре.

При производстве сбивных масс важным показателем качества является их плотность. Она уменьшается в процессе аэрации, при котором происходит насыщение дисперсионной среды пузырьками газа, размеры которых колеблются в широких пределах, и разделение их, на более мелкие и однородные. Формирование и дальнейшее упрочнение сплошной фазы происходит в результате поверхностной денатурации белка, и при этом создается упругий каркас, масса теряет текучесть и приобретает определенные физико-химические свойства твердого тела. Содержащийся в растворе студнеобразователь позволяет зафиксировать пенную структуру и придать массе необходимую механическую прочность.

Изучение влияния различной продолжительности сбивания на плотность сбивных масс при постоянной температуре и интенсивности сбивания (рис. 2), показало, что наименьшего значения плотности 340 кг/м^3 достигает образец на фруктозе. Очевидно, это объясняется низкой вязкостью дисперсионной среды (рис 1), а также повышенной пенообразующей способностью белка. Слабая прочность поверхностной пленки приводит тому, что масса не структурируется и пена разрушается.

Плотность образца с комплексом из фруктозы и полидекстрозы аналогична плотности контрольного образца на сахаре и составила $420 \dots 440 \text{ кг/м}^3$. Повышение вязкости дисперсионной среды при внесении полидекстрозы замедляет утоньшение стенок воздушных пузырьков, приводящее к их разрыву и коалесценции, повышая тем самым стойкость пены. Более низкая пенообразующая способность белка с комплексом сахарозаменителей приводит к незначительному увеличению продолжительности сбивания. Дальнейшее сбивание приводит к уменьшению объема пены. Вероятно, это происходит из-за поверхностной денатурации белка в результате абсорбции поверхностной энергии, которая аналогична тепловой денатурации и необратима. При этом пленка вокруг пузырьков теряет механическую прочность, и происходит разрушение ячеистой структуры.

Изучение структурно-реологических свойств мармеладных масс на агаре, доказало возможность производства диетического мармелада, по традиционной технологии не изменяя расход студнеобразователя и технологических параметров процесса.

Литература

1. Иоргачева Е.Г., Аветисян К.В. Полидекстроза – рецептурный компонент пастило-мармеладных изделий / Зб. наук. пр. ОНАХТ. – Вип. 34 – Т.1. – О. – 2008. – С.227 - 230.

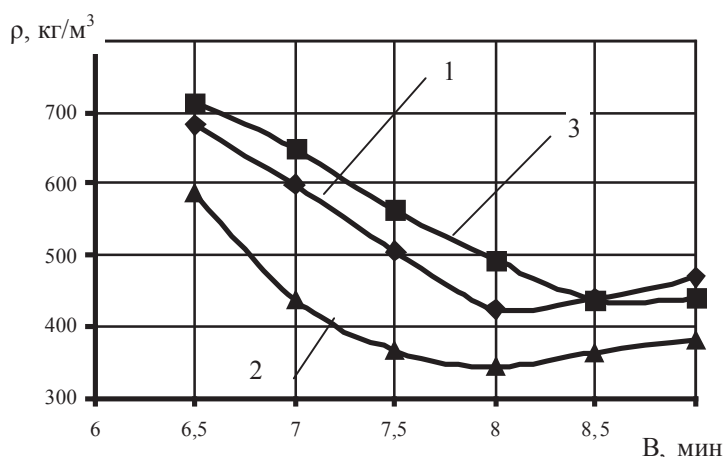


Рис. 2 Влияние продолжительности сбивания на плотность сбивных масс: 1 – сахар, 2 – фруктоза, 3 – фруктоза с полидекстрозой.

2. Пат. 28590 Україна МПК (2006)A23G3/00 A23L1/06. Композиція інгредієнтів для виробництва зефіру./ Е.Г. Иоргачева, К.В.Аветисян, С.И. Банова, А.В. Куц. - № u 2007 10215; Заявл. 13.09.2007; Оpubл. 10.12.2007,Бюл. №20.
3. Дорохович В.В. Фруктоза: новые технологии производства и актуальность применения в пищевой промышленности // Продукты & ингредиенты – 2006 – №1 – С. 14–16.
4. Сборник рецептов на мармелад, пастилу и зефир / Разраб. Во ВНИИКП. – Утв. отделом пищ. пром-ти Госагропрома СССР 29 декабря 1986 г. – М.
5. Карнаушенко Л.И., Погонцева Э.И., Чмырь А.Д. Реологические свойства жележных масс // Кондитерская и хлебопекарная промышленность– 1981 – №3– С. 41–42.

УДК 664.746.24:661.94

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ КЛЕЙКОВИННИХ БІЛКІВ БОРОШНА, ПІДДАНОГО ОЗОНУВАННЮ

Сафонова О.М., д-р техн. наук, професор, Холодова О.А., аспірант
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка,
м. Харків

Голота В.І., канд. фіз.-мат. наук, Шуліка О.Ю., інженер-дослідник
Національна академія наук України ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», м. Харків

Розглянуто питання, пов'язані з дослідженнями просторової структури клейковинних білків та зв'язок її з проявленнями пружно-пластичних і в'язкопластичних властивостей клейковини. Встановлено відмінності ІЧ-спектрів білків борошна, підданого озонуванню.

The issues concerning investigations on spatial structure of gluten proteins and its relation to manifestation of elastic-resilient and viscoplastic properties of gluten were considered. Differences in IR-spectra of flour proteins were determined.

Ключові слова: білки клейковини, просторова структура, інфрачервоні спектри.

Вступ. Унікальність властивостей білкового комплексу пшеничної клейковини зумовлена складом і властивостями поліпептидів, які входять до його складу. Щодо будови клейковини та сил, які стабілізують її специфічну структуру, прийнято уявлення, за якими різниця між клейковиною різної сили йде від різниці внутрішньої структури макромолекул білка на вторинному, третинному та четвертинному рівнях його організації, від щільності „упакування” його поліпептидних ланцюгів і міцності внутрішніх та міжмолекулярних зв'язків [1, 2,3].

Численні дослідження просторової структури білків і поліпептидів свідчать, що критерієм ступеня упорядкованості та стабільності білкової молекули є сукупність α -спіралей і β -структур [4].

Однак питання про зв'язок конформаційної структури запасних білків з проявленням в'язко-еластичних властивостей клейковини вивчено недостатньо. Не відпрацьовано єдиної думки про субмікроскопічну структуру білкових утворень клейковини.

Встановленню внутрішніх причин, від яких залежать реологічні властивості клейковинних білків (пружність, розтяжність, еластичність, зв'язаність), присвячено велика кількість фундаментальних і науково-практичних досліджень.

Вважають, що навіть невеликі зміни в характері взаємодіючих активних груп здатні різко змінити щільність упаковки макромолекул, а остання визначає собою властивості біополімеру: пружність, розтяжність, пластичність, хрупкість. При всякому посиленні взаємодії сусідніх макромолекул полімеру, шляхом збільшення щільності упакування або поперечних містків головної валентності жорсткість усієї системи збільшується.

Дослідженнями спектрів ІЧ-поглинання білків клейковинного комплексу встановлено, що білки сильної клейковини характеризуються більш високим співвідношенням α -спіралей з жорсткою структурою до β -форм з більш пухкою структурою [2]. При цьому молекули сильної клейковини упаковані більш джгутоподібно, мають більш високу кількість α -структур з включенням потрібних α -спіралей і повільні конформаційні $\alpha \leftrightarrow \beta$ – переходи.

Дослідженнями авторів встановлено, що обробка слабого пшеничного борошна озono-повітряною сумішшю, сприяє помітній зміні клейковиною своїх реологічних властивостей в бік зростання пружнос-