

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЖЕЛЕЙНЫХ МАСС

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

В работе представлены результаты исследования кинетики структурообразования желейных масс с различным углеводным составом. Доказана целесообразность применения глюкозного сиропа в технологии желейного мармелада на разных студнеобразователях. Определены основные показатели качества, обуславливающие стойкость изделий при хранении.

The results of research kinetics structurizations jelly paste with various carbohydrate structure are presented in the work. Expediency of application of the glucosic syrup in technology jelly fruit on different galantineform is proved. The basic indicators of quality, which cause safety of products at storage are defined.

Ключевые слова: агар, пектин, желейная масса, студнеобразование, прочность, углеводный состав, редуцирующие вещества.

Среди факторов, формирующих потребительские предпочтения при выборе мармеладных изделий, наиболее значимый – это его текстура [1]. Поэтому в технологии производства желейных изделий предопределяющим является процесс студнеобразования, обусловленный переходом раствора содержащего студнеобразователь из жидкого текучего состояния, в полутвердое, студнеобразное. От процесса студнеобразования зависят структура, механическая прочность отформованных масс и в итоге качество готовых изделий и их стойкость при хранении.

Выбор того или иного студнеобразователя влияет как на параметры ведения технологического процесса, так и на текстурные свойства готового изделия. Традиционно при производстве желейного мармелада наиболее широко используются агар и пектин. Введение в рецептуру (0,8-1,0)% агара, и (1,0-1,5)% пектина обеспечивает получение достаточно прочного студня, образование которого может быть упрощенно принято как ассоциация макромолекул или фрагментов с формированием трехмерной сетки, удерживающей жидкую фазу и оказывающей сопротивление внешним нагрузкам. В желейном мармеладе жидкая фаза представлена как правило раствором сахарозы [2, 3]. В рецептуру некоторых видов изделий входит кристаллическая глюкоза, которая обеспечивает приятные органолептические свойства, а также стойкость изделий к засахариванию при хранении. Однако ее высокая стоимость ограничивает производство мармелада с использованием глюкозы. Наряду с сахарозой и глюкозой, основным сырьем при производстве желейных изделий является крахмальная патока, которая выполняет роль подсластителя и антикристаллизатора.

Раньше производство крахмальной патоки основывалось на кислотном способе, когда в качестве катализатора при гидролизе крахмала использовалась соляная кислота. Основным недостатком такой патоки является непостоянство химического состава, и узкий спектр технологических свойств, ограничивающий ее применение.

Сегодня на отечественном рынке крахмалопродуктов появились новые виды крахмальных патонок. Это стало возможным благодаря внедрению на крахмалопаточных предприятиях современных технологий, которые предусматривают использование ферментных препаратов на различных стадиях гидролиза крахмала: разжижении, осахаривании. В результате управляемого, неполного гидролиза крахмала образуется многокомпонентная смесь, включающая моносахарид D-глюкозу, дисахарид мальтозу, олигосахариды (три-, тетра- и т.д. вплоть до декасахаридов) а также полисахариды (молекулы, содержащие свыше десяти остатков D-глюкозы). На ход гидролиза существенно влияют многие факторы: pH среды, температура, тип гидролизующего агента, длительность процесса [4].

Преимущества ферментативного процесса в том, что можно получить продукт с необходимым углеводным составом и соответственно, с заранее заданными технологическими свойствами для целенаправленного применения в различных технологиях кондитерской промышленности, чего очень трудно достичь при использовании кислоты. Так для получения геля с высокой прочностью необходимо выбирать сиропы с высоким уровнем глюкозы и мальтозы и низким уровнем высокомолекулярных олигосахаридов [5]. Предварительными исследованиями установлено, что наибольшей прочностью обладают студни, полученные при использовании глюкозного сиропа ИГ-42 (ГС) [6, 7, 8].

Для изучения возможности его использования в технологии жележных изделий готовили мармелад на агаре "Майский", в рецептуре которого заменяли глюкозу на ГС (образец 1), глюкозу и патоку на ГС (образец 2), глюкозу, патоку и $\frac{1}{4}$ сахара на ГС (образец 3), а также весь сахар, глюкозу и патоку на ГС (образец 4). При использовании в качестве контрольного образца мармелада на пектине "Вкус лета" заменяли патоку на ГС (образец 5), $\frac{1}{2}$ сахара и патоку на ГС (образец 6), и сахар и патоку на ГС (образец 7) (табл. 1, 2).

Качество сахаристых кондитерских изделий (вкус, сладость, стойкость при хранении, консистенция и другие свойства) определяются рецептурой, т.е. соотношением в ней различных углеводов, их свойствами, а так же теми изменениями, которые претерпевают углеводы в ходе технологического процесса и т.д. Поэтому любое изменение состава или соотношения его компонентов, при использовании новых видов сырья оказывает влияние на многие физические свойства такие как: степень гидратации сахаров, активность их молекул, упругость пара над раствором и, как следствие этих изменений, повышается или понижается вязкость растворов, способность сахаров к кристаллизации, гигроскопичность готовых изделий.

Таблица 1 – Рецептуры мармелада на агаре

Наименование сырья	Содержание сухих веществ, %	Майский				
		Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Сахар	99,85	528,6	528,6	528,6	396,45	–
ИГ–42	78,00	–	227,1	331,8	500,1	1007,3
Патока	78,00	104,7	104,7	–	–	–
Глюкоза	91,0	194,6	–	–	–	–
Агар	85,00	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Пюре яблочное	10,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0
Кислота лимонная	98,0	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5

Таблица 2 – Рецептуры мармелада на пектине.

Наименование сырья	Содержание сухих веществ, %	Вкус лета			
		Контроль	Образец 5	Образец 6	Образец 7
Сахар	99,85	571,56	571,56	285,78	–
Патока	78,00	192,0	–	–	–
ИГ–42	78,00	–	192,0	557	923,6
Пектин	92,00	14,0	14,0	14,0	14,0
Подварка цитр., ябл.	69,00	1,0	1,0	1,0	1,0
Кислота молочная	40,00	29,5	29,5	29,5	29,5
Лактат Na	40,00	10,0	10,0	10,0	10,0

В состав мармеладной массы входят такие сахара как сахароза, глюкоза, фруктоза, мальтоза и декстрины. При замене сахара, глюкозы или патоки на глюкозный сироп ИГ–42 происходит изменение соотношения этих сахаров (табл. 3 и 4), которое необходимо учитывать, особенно при использовании в качестве студнеобразователя высокометаксиллированного пектина, который образует студень необходимой прочности при соотношении пектина, сахара и кислоты 1:60:1. Это соотношение может меняться в зависимости от качества и количества пектина.

Основной задачей при замене сахара и глюкозы в пастило-мармеладных изделиях является сохранение текстуры и физико-химических показателей качества. При этом получение гелевой структуры определенной прочности, обусловлено главным образом количеством и качеством студнеобразующего сырья.

Таблиця 3 – Углеводный профиль исследуемых образцов мармелада на агаре

Сахара	Майский						
	Патока	ИГ-42	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Сахароза	–	–	527,8	527,8	527,8	395,8	–
Глюкоза	20	15,5	193,4	43,8	40,1	60,6	121,8
Мальтоза	20	16	16,3	44,6	41,4	62,4	125,7
Мальтотриоза	–	19,5		34,5	50,4	76,1	153,3
Высшие сахара (декстрины)	60	49,0	49	135,8	126,8	191,1	385,1

Таблиця 4 – Углеводный профиль исследуемых образцов мармелада на пектине

Сахара	Вкус лета					
	Патока	ИГ-42	Контроль	Образец 5	Образец 6	Образец 7
Сахароза	–	–	570,7	570,7	285,4	–
Глюкоза	20	15,5	29,8	23,1	67,2	111,6
Мальтоза	20	16	29,8	23,8	69,4	115,2
Мальтотриоза	–	19,5	–	29,1	86,8	140,4
Высшие сахара (декстрины)	60	49,0	89,4	73,0	212,2	352,6

При растворении студнеобразователя, представляющего собой лиофильный гидроколлоид, поверхность его частиц покрывается гидратной оболочкой препятствующей их сцеплению. Добавление в раствор сахаров, которые выполняют роль обезвоживающего фактора, способствует коагуляции студнеобразователя с образованием и постепенным упрочнением пространственной трехмерной сетки, которая отвердевает вместе с дисперсной фазой в одну сплошную массу.

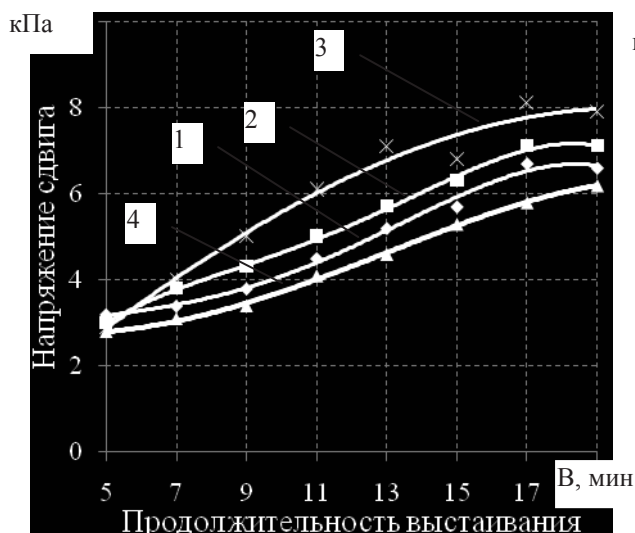
Изменение соотношения добавляемых сахаров при использовании глюкозного сиропа приводит к изменению суммарной степени гидратации сахаров, а следовательно их способности к дегидратации и понижению сольватации частиц гидроколлоида, оказывая влияние на процесс образования структурного каркаса за счет сцепления частиц по десольватированным участкам поэтому изменение состава дисперсионной среды, которое происходит при использовании ГС приводит к изменению прочности студня, а также продолжительности его образования.

Время достижения прочности 6 кПа, при которой можно производить выемку мармелада из форм или его резку зависит от количества и вида используемого студнеобразователя, а также от условий окружающей среды, и составляет для жележных масс на агаре (90-120) мин, а на пектине (15-19) мин.

Применение ГС вместо патоки в жележном мармеладе на пектине оказывает незначительное влияние на величину максимальной прочности, и через (14-15) мин образец 5 как и контроль достигает значения 6 кПа (рис. 1, кривая 2). Замена 50 % сахара и патоки в образце 6 (рис. 1, кривая 3) повышает прочность студня до 8 кПа, а продолжительность студнеобразования сокращается на 2 мин.

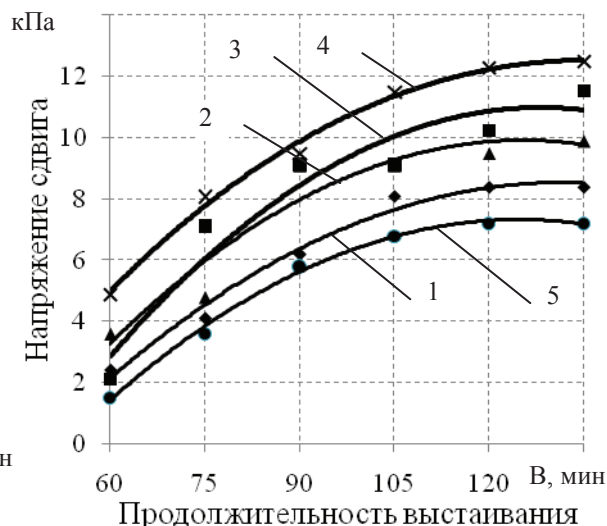
Применение ГС в рецептуре жележного мармелада на агаре показало, что повышение прочности образцов 1 кПа и 2 кПа до 10 кПа и 11 кПа соответственно, происходит с увеличением доли декстринов (табл. 3), которые являясь высокомолекулярными соединениями, имеют коллоидный характер, при этом время достижения заданной прочности составляет 75 мин (рис. 2). Образец 3 обладает максимальной прочностью (12,5 кПа) и через (60-70) мин можно производить выемку мармелада из форм.

Однако полная замена сахара глюкозным сиропом приводит к понижению прочности и увеличению продолжительности студнеобразования масс как на агаре, так и на пектине.



1 – контроль; 2 – образец 5; 3 – образец 6;
4 – образец 7.

Рис. 1 – Кинетика структурной прочности мармеладных масс на пектине

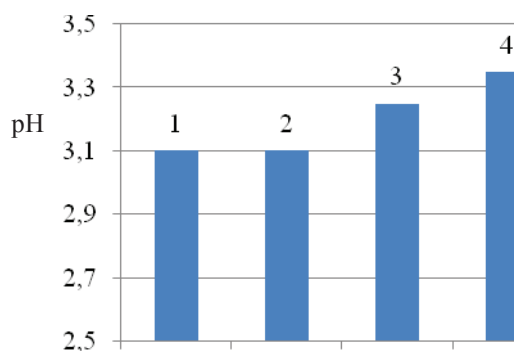


1 – контроль; 2 – образец 1; 3 – образец 2;
4 – образец 3, 5 – образец 4.

Рис. 2 – Кинетика структурной прочности мармеладных масс на агаре

Известно, что высокометоксилированные пектины, применяемые при производстве желевого мармелада, представляют собой анионы, которые несут на своей поверхности электрический заряд, поэтому горячей в мармеладной массе в результате броуновского движения молекулы студнеобразователя беспорядочно сближаются и отталкиваются в дисперсионной среде, которой является водный раствор различных сахаров. Чтобы произошло сцепление молекул необходимо добавление кислоты при котором пектиновые молекулы лишаются одноименного электрического заряда и, будучи десольватированными смесью сахаров, легко объединяются в ассоциаты.

Кроме того при добавлении кислоты ионы водорода замещают ионы металлов в карбоксильных группах пектиновых молекул, образуя пектиновые кислоты которые в отличие от их солей участвуют в процессе студнеобразования.



1 – контроль; 2 – образец 5; 3 – образец 6;
4 – образец 7.

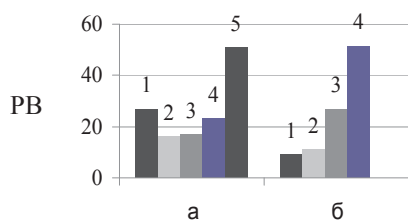
Рис. 3 – Концентрация ионов водорода (pH) обеспечивающая максимальную прочность пектиновых студней:

грубой кристаллической корочки.

Изучение влияния концентрации ионов водорода (pH) на прочность пектиновых студней с различным углеводным профилем (рис. 3) показало, что замещение сахара глюкозным сиропом ведет к повышению оптимума pH гелеобразования на фоне некоторого снижения максимальной прочности геля.

Выбор того или иного студнеобразователя оказывает влияние на текстурные свойства готового изделия. Так если студни на пектине обладают мягкой текстурой, то на агаре – хрупкой. Однако при их хранении протекают физико-химические процессы, вызывающие изменения физического состояния и структуры, изделия теряют первоначальную консистенцию, изменяется их форма. В зависимости от условий хранения – относительной влажности и температуры; рецептурных компонентов и их соотношения в результате влагообмена с окружающей воздушной средой может происходить намокание изделий или их высыхание, с образованием

Изменение химического состава при использовании глюкозного сиропа оказывает влияние на гигроскопичность мармеладных изделий, которая главным образом обусловлена содержанием редуцирующих веществ (РВ), и согласно ДСТУ4333:2004 для мармелада на пектине или с глюкозой составляет не более



а) на агаре: 1 – контроль; 2 – образец 1; 3 – образец 2; 4 – образец 3, 5 – образец 4;
б) на пектине: 1 – контроль; 2 – образец 5; 3 – образец 6; 4 – образец 7.

Рис. 4 – Содержание редуцирующих веществ в мармеладе

50 % сахара (содержание редуцирующих веществ 27%) обладает стойкостью к засахариванию при хранении и внешний вид изделий остается неизменным.

Независимо от используемого студнеобразователя высокое содержание редуцирующих веществ и декстринов в образцах с полной заменой сахара на глюкозный сироп приводит к намоканию изделий при хранении.

Органолептические свойства жележных изделий обусловлены количеством и относительной сладостью используемых углеводов (табл. 5), которые обеспечивают получение заданной структуры. Поэтому, изменение их соотношения при увеличении доли ГС приводит к некоторому понижению сладости, а вкус и аромат компонентов наполнителей становится более выраженным.

Изучение кинетики структурообразования жележных масс с различной заменой углеводсодержащих компонентов на ГС, а также их показателей качества позволило разработать рецептуры новых видов изделий с заданными структурно-механическими свойствами, что способствует расширению ассортимента пастило-мармеладных изделий и улучшению их качества.

Таблица 5 – Относительная сладость рецептурных компонентов

Сахароза	1,00
Глюкоза	0,70-0,80
ИГ-42	0,36
Патока	0,38

Литература

1. Шеховцева Т.Г. Разработка технологии жележного мармелада с заданными потребительскими свойствами./Сидоренко Ю.И., Шебершнева Н.Н.//Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008 – № 8 – С 65–67.
2. Лурье И.С. Технология кондитерского производства. – М.: Агропромиздат, 1992. – 399 с.
3. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп./Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2001. –389 с.
4. Бакулина О.Н. Продукты гидролиза крахмала как пищевые добавки. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2003 – №2 – С. 51 – 52.
5. Е. Богданов Мальтозные и глюкозно-фруктозные сиропы: функциональные возможности при производстве жележных кондитерских изделий. // Продукты & ингредиенты 2007 №10 С 42 – 44
6. Иоргачева Е.Г. Кукурузные сиропы в технологии изготовления жележного мармелада / Иоргачева Е.Г, Золотарева Л.А., Аветисян К.В, // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – № 1. – С. 18-20.
7. ПАТ. 37088 Україна, МПК А23 G/34 А 23 L 1/06 Композиція інгредієнтів для двошарового мармеладу/К.Г. Иоргачова, К.В. Аветисян–№200810403 Заявл. 15.08.2008; Опубл. 10.11.2008; Бюл. № 21 – 4 с.
8. Иоргачева Е.Г. Альтернативные виды сырья в технологии получения пастило-мармеладных изделий / Иоргачева Е.Г, Аветисян К.В, Куц А.В. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – № 1. – С. 14-16.