

В статье представлены результаты исследований по разработке нового вида желейных кондитерских изделий на каррагинане. Обоснован выбор сырьевых ингредиентов, обладающих структурообразующими свойствами, и проведен анализ их влияния на реологические характеристики и показатели качества готовых изделий. В разработанных кондитерских изделиях дозировка желирующего агента ниже на 10 % — 20 % по сравнению с традиционными рецептурами на пектине.

РАЗРАБОТКА НОВОГО ВИДА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЖЕЛЕЙНЫХ МАСС НА ОСНОВЕ КАРРАГИНАНА

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Т. В. Бандюк, ведущий инженер-технолог отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;

В. Н. Бабодей, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;

С. Е. Томашевич, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции

Кондитерские изделия из желейных кондитерских масс, к которым относятся конфеты с желейными корпусами и начинками, желейный мармелад, широко востребованы потребителями из-за оригинальных вкусовых качеств, разнообразной формы. Для придания желейному мармеладу и конфетам желаемой консистенции (от мягкой, желейной до сильно желированной, жевательной) используется широкий ассортимент структурообразующего сырья (гидроколлоидов): желатин, пектин, каррагинан, агар, альгинаты, камеди, гуммиарабик, модифицированный крахмал.

Гидроколлоиды могут выполнять функции загустителей, гелеобразователей, стабилизаторов, влагоудерживающих агентов, регулировать активность воды в полуфабрикатах и готовых изделиях, способствовать сохранению их качества в течение срока годности.

Для изготовления продукции с заданными свойствами перспективным направлением является комбинирование нескольких структурообразователей.

К комплексным структурообразователям относятся сочетания различных гидроколлоидов, эмульгаторов, стабилизаторов. Их качественный состав, соотношение компонентов могут быть весьма разнообразными, что зависит от характера пищевого продукта, его консистенции, технологии получения, условий хранения, способа реализации [1].

Целью исследований являлась разработка новых видов желейных кондитерских масс, обладающих жевательной консистенцией, с применением комплексных структурообразующих компонентов.

Традиционно для изготовления кондитерских изделий с желейными корпусами и начинками отечественными предприятиями в качестве структурообразователей используются пектин и агар, реже желатин.

Каррагинан является достаточно новым ингредиентом для отечественных предприятий, который, однако, на мировом рынке представлен в достаточно широком ассортименте торговых марок. Интерес представляет изучение процесса гелеобразования каррагинана с целью определения потенциала его использования в отечественной кондитерской продукции, обладающей привлекательными для потребителей жевательными свойствами.

Каррагинан — гелеобразователь, полисахарид с высокой молекулярной массой, который представляет собой неразветвленные сульфатированные гетерополисахариды и состоит из повторяющихся дисахаридных звеньев р-D-галактопиранозы и 3,6-ангидро-α-D-галактопиранозы.

В зависимости от степени полимеризации и этерификации каррагинаны классифицируются на 3 группы: κ-каррагинан (каппа-каррагинан), ι-каррагинан (йота-каррагинан), λ-каррагинан (лямбда-каррагинан) [2, с. 127].

Основным показателем качества гелей является их прочность и стабильность, отсутствие синерезиса (разделения фаз) при хранении или механическом воздействии. Прочность геля характеризует способность гелеобразователя удерживать воду и придавать готовому продукту плотную однородную структуру. Кроме того, важным показателем качества гидроколлоидов является скорость гелеобразования, от величины которой зависит продолжительность технологического процесса изготовления жележных кондитерских изделий. Более быстрый процесс гелеобразования означает сокращение производственного процесса.

Провели исследования по разработке рецептур жележных конфет с использованием комплекса каррагинана и сорбитового сиропа (влагоудерживающий агент, стабилизатор). В результате проведенных исследований установили, что оптимальная дозировка каррагинана, обеспечивающая необходимую прочность геля и привлекательные органолептические показатели готовых изделий, составляет 1,5 вес. %, дозировка сорбитового сиропа — 4,6 вес. %.

Практическое применение комплекса каррагинана и сорбитового сиропа при изготовлении жележных масс требует научных данных о его сочетаемости с основными рецептурными компонентами кондитерской продукции. Поэтому в работе изучили развитие прочности гелей с применением комплекса каррагинана и сорбитового сиропа (далее — гели каррагинана) в жележной массе с соотношением сахара и патоки 40:55, 45:50, 50:45 при общем содержании сухих веществ — 80 %.

Прочность лабораторных образцов гелей определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТЗ» путем измерения усилия (силы в граммах), необходимого для разрушения геля при его пенетрации цилиндрическим индентором.

Зависимость прочности гелей каррагина от количественного содержания сахара и патоки представлена на рис. 1.

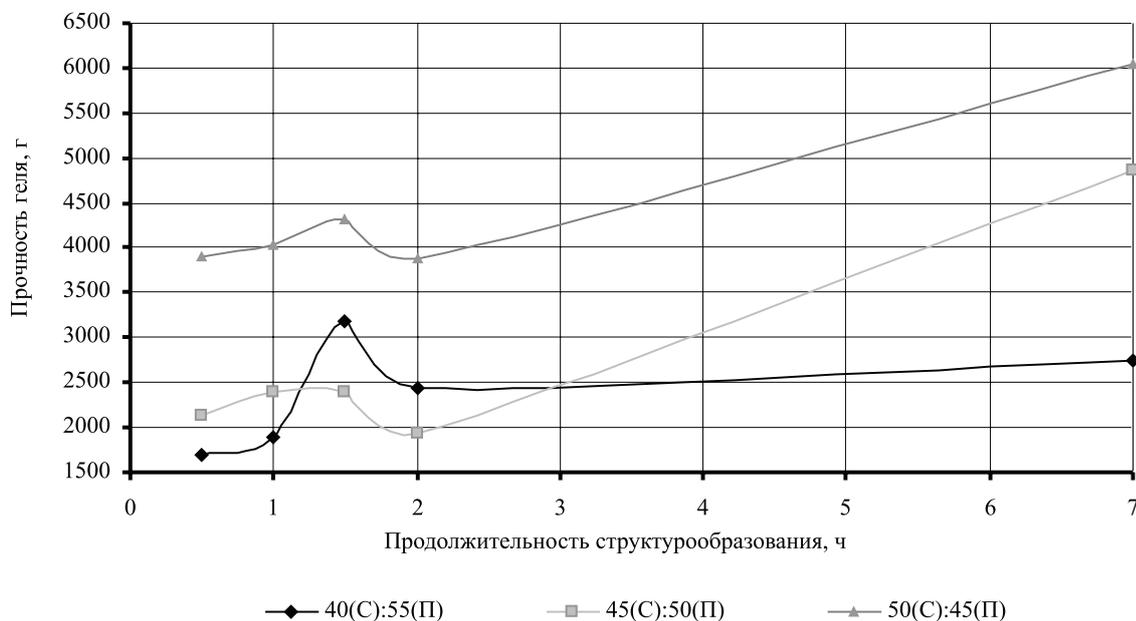


Рис. 1. Зависимость прочности гелей каррагинана от соотношения сахара (С) и патоки (П)

Из рис. 1 видно, что прочность гелей каррагинана возрастает с увеличением доли сахара в рецептуре. Через 7 часов выстойки образцов наибольшая прочность отмечена у гелей каррагинана с дозировкой сахара 50 % (6031 ± 150 г), наименьшая — у гелей с дозировкой сахара 40 % (2744 ± 69 г).

При изготовлении кондитерских изделий возможно проявление негативного явления адгезии — прилипания продукции к технологическому оборудованию, транспортерным лентам, лоткам и т.д. Кроме того, проявление адгезии косвенно отражает прилипание кондитерских изделий к зубам при разжевывании.

Адгезия обусловлена реологическими характеристиками массы и зависит от наличия в составе продукта поверхностно-активных веществ, влажности массы, вязкости, с уменьшением которой сила адгезии обычно снижается, и др.

Адгезионная прочность (или прочность адгезии) определяется силой, которую необходимо приложить для отделения адгезива от субстрата.

Изучено влияние соотношения сахара и патоки на адгезионную прочность образцов гелей каррагинана.

Установлено, что адгезионная прочность гелей уменьшается при увеличении доли сахара и уменьшении содержания патоки (с $14,0 \pm 0,1$ кПа при соотношении сахара и патоки 40 : 55 до $11,7 \pm 0,1$ кПа при соотношении сахара и патоки 50 : 45), что объясняется дегидратирующей способностью сахара, а также способностью декстринов патоки увеличивать вязкость желейной массы, и, следовательно, ее липкость.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено оптимальное соотношение сахара и патоки в рецептуре желейных масс на каррагинане — 50:45.

Значимое влияние на структурно-механические свойства гелей с использованием каррагинанов оказывает уровень рН. Растворы каррагинанов теряют вязкость и прочность геля в системах, имеющих рН ниже 3,8. Причиной этого является автогидролиз гидроколлоида, который происходит при низких значениях рН и вследствие которого каррагинан в кислотной форме расщепляет молекулу по связи 3,6-ангидрогалактозы. Скорость автогидролиза увеличивается с повышением температуры и при низком уровне содержания катионов. Однако, если раствор каррагинана был охлажден до температуры ниже точки гелеобразования, он сохраняет связанные сульфитными группами ионы калия, что предотвращает процесс автогидролиза. Таким образом, во избежание чрезмерной кислотной деструкции и минимизации разрушения молекулы полимера в кислых продуктах, каррагинан следует вводить в пищевую систему на последней стадии, непосредственно перед отливкой. При непрерывном процессе время обработки должно быть минимальным. В системах, рН которых выше 4,5, последовательность стадий технологического процесса становится несущественной, так как в тот период времени, который необходим для производства большинства пищевых продуктов, раствор каррагинана сохраняет устойчивость [2, с. 128 — 129].

Пищевая кислота, которая с одной стороны, обуславливает вкус продукта, а с другой — влияет на его структурно-механические характеристики, является важным рецептурным компонентом желейных кондитерских изделий. Дозировка кислоты в рецептурах желейных кондитерских изделиях традиционно составляет не более 1,0 %. Изучено влияние лимонной кислоты в количестве от 0 вес. % до 0,8 % вес. на прочность гелей каррагинана. Зависимость прочности гелей от дозировки лимонной кислоты, то есть значения рН через 24 ч. структурообразования представлена на рис. 2.

Установлено, что введение дозировки лимонной кислоты приводит к снижению прочности гелей каррагинана. Так, наибольшей прочностью (4441 ± 111 г) обладает гель без внесения лимонной кислоты (рН среды 6,7). При введении лимонной кислоты 0,8 % (рН среды 3,7) прочность геля снижается на 47 %. Наиболее привлекательными органолептическими характеристиками (приятный кислый привкус и приемлемая консистенция) обладают образцы с введением 0,6 % лимонной кислоты (рН среды 4,0). Снижение прочности геля при такой дозировке по отношению к массе без подкисления составило 36 %, с минимальным внесением лимонной кислоты — 28 %. Кроме того, в образце с введением 0,6 % лимонной кислоты течение 3-х месяцев хранения отсутствует синерезис, что позволило рекомендовать данную дозировку в качестве оптимальной.

В практике кондитерского производства с целью регулирования процессов студнеобразования применяются буферные соли. Данные компоненты, не влияя на вкус продукта, позволяют

контролировать рН среды и, таким образом, оказывают существенное влияние на текстуру готового продукта.

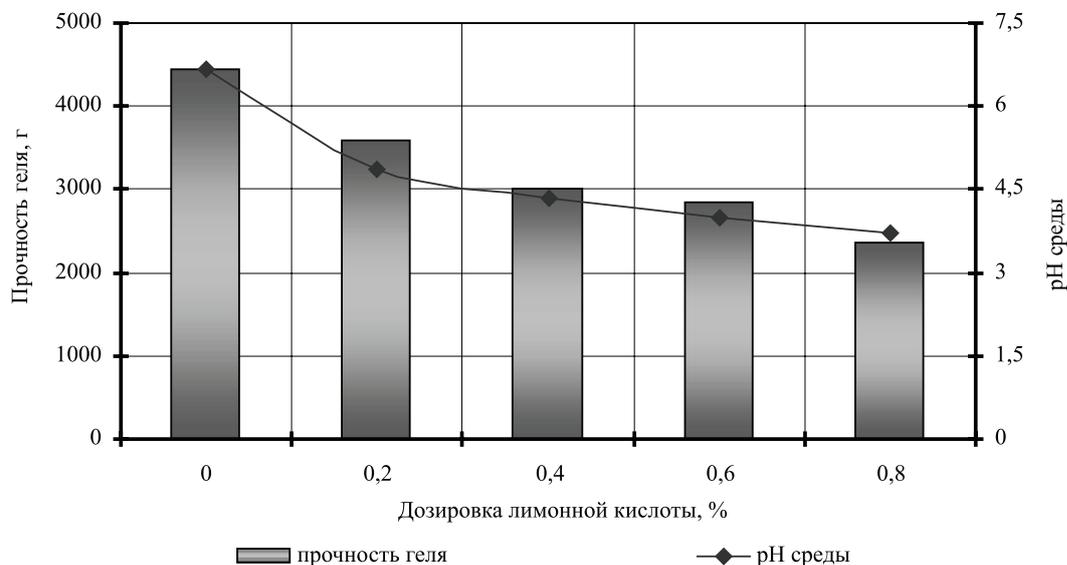


Рис. 2. Влияние дозировки лимонной кислоты рН среды на прочность геля каррагинана

Изучено влияние цитрата натрия (буферная соль, традиционно применяемая в кондитерском производстве) на рН среды и прочность гелей каррагинана. Дозировку цитрата натрия варируют от 10 % до 40 % (к массе каррагинана). Испытание проводились в системе с содержанием лимонной кислоты 0,6 %. Установлено увеличение прочности гелей каррагинана с повышением дозировки цитрата натрия. При введении буферной соли в количестве 40 % к массе каррагинана (рН среды 4,2) отмечена максимальная прочность геля (3915 ± 97 г), что позволяет рекомендовать это соотношение в качестве оптимального.

Желирующая способность каррагинанов зависит от их структуры, в основном от количества сульфатных групп, которые приходится на два остатка галактозы: чем меньше этих групп, тем прочнее гель, полученный с использованием данного полисахарида. Структура каррагинанов также обуславливает гидратацию, прочность геля и текстуру, температуру плавления и гелеобразования, синергизм и синергизм [2, с. 127].

Поэтому интерес представляло изучение процесса гелеобразования жележных масс на различных видах каррагинана, присутствующих на мировом рынке сырьевых ингредиентов. В качестве объектов исследований использовали каррагинан под торговыми наименованиями SC10, 203ME (Cargill, Германия), GG 135 (CP Kelco, Дания) и комплекс каррагинанов Cargill SC9: SC10 в соотношении 1:2, обеспечивающий получение гелеобразной структуры с жевательной консистенцией. Содержание основных рецептурных компонентов (сахара, патоки, буферной соли и лимонной кислоты) было принято согласно описанным ранее рекомендациям.

Немаловажным фактором при изготовлении жележных конфет является вязкость жележных масс, от которой зависит процесс их транспортирования по технологическим трубопроводам и формования (отливки). Поэтому в работе изучили зависимость вязкости образцов жележных масс от температуры, скорости сдвига, напряжения сдвига. Определение динамической вязкости образцов гелей каррагинана проводили на вискозиметре коаксиально-цилиндрического типа Reolab QC в интервале скоростей сдвига от 1 до 50 c^{-1} при температуре $110 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что вязкость жележных масс на каррагинане уменьшается с увеличением скорости сдвига, что обусловлено постепенным разрушением структуры каррагинана, причем более резкое снижение вязкости происходит при изменении малых скоростей. При достижении скорости сдвига 34 c^{-1} вязкость снижается до минимального значения и остаётся практически неизменной при дальнейшем увеличении скорости сдвига.

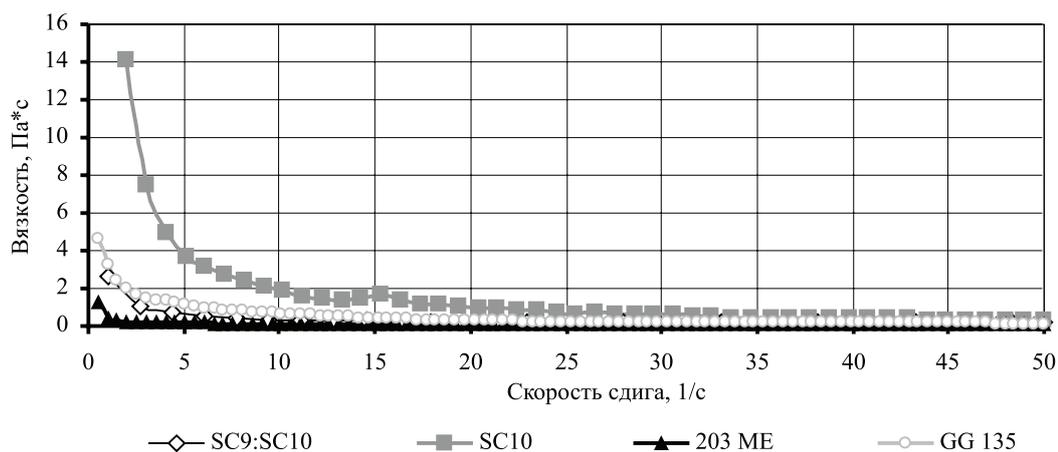


Рис. 4. Зависимость динамической вязкости желейных масс на каррагинане от скорости сдвига

Зависимость вязкости образцов желейных масс на каррагинане от напряжения сдвига представлена на рис. 4.

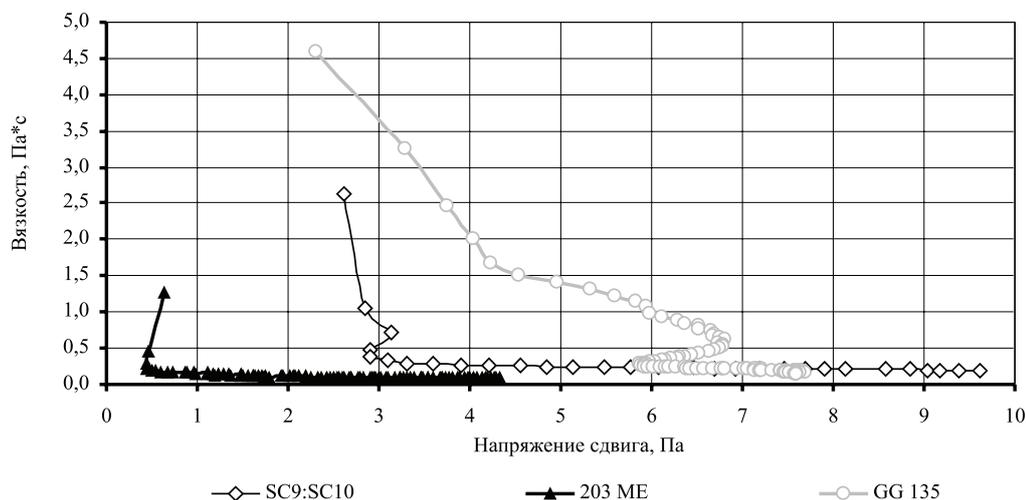


Рис. 4. Зависимость динамической вязкости желейных масс на каррагинане от напряжения сдвига

На рис. 4 показано, что с ростом напряжения сдвига вязкость желейных масс на каррагинане уменьшается неравномерно вследствие неодинакового разрушения структуры: вначале при малых напряжениях система частично восстанавливает свою структуру, при более высоких скоростях происходит значительное разрушение структуры. Наиболее устойчивой структурой обладает желейная масса с использованием каррагинана GG135 (разрушение структуры каррагинана начинается после достижения напряжения сдвига 6,7 Па). Разрушение структуры желейной массы с использованием каррагинана 203 ME начинается после достижения напряжения сдвига 0,9 Па, с использованием смеси каррагинанов SC9:SC10 — 2,9 Па.

Так как в производственных условиях регулирование процесса формирования кондитерских масс практически может осуществляться только изменением температурного режима, изучили зависимость вязкости желейных масс на каррагинане от температуры при скорости сдвига 34 с^{-1} (рис. 5). Интервал температур, в котором проводились измерения, определен с учетом режимов формирования (отливки) желейных кондитерских изделий.

Как показано на рис. 5, со снижением температуры вязкость желейных масс на каррагинане увеличивается. В целом максимальной вязкостью обладает масса с использованием каррагинана 203ME, однако за время охлаждения массы от $110 \text{ }^\circ\text{C}$ до $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ее величина повысилась на

8 % (с 0,74 Па·с до 0,8 Па·с). Наибольшее повышение вязкости при охлаждении характерно для массы с использованием комплекса каррагинанов SC9:SC10 (на 65 %). Для остальных желейных масс повышение вязкости в интервале температур 110 °С — 90 °С составило 18 % — 24 %.

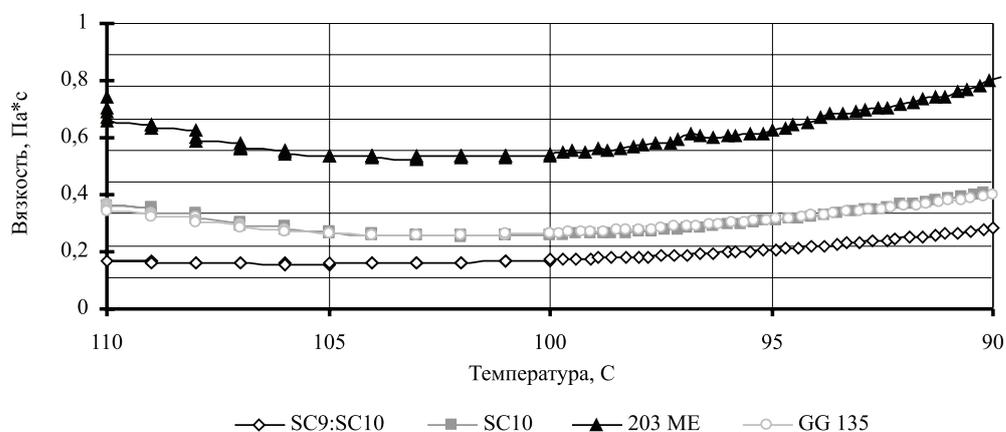


Рис. 5. Зависимость динамической вязкости желейных масс на каррагинане от температуры

Кроме того, на рис. 5 видно, что зависимость вязкости всех желейных масс от температуры в интервале значений 110 °С — 100 °С носит линейный характер и изменяется незначительно. Следовательно, процесс отливки желейных масс на каррагинане целесообразно проводить при температуре не ниже 100 °С.

Зависимость прочности желейных масс с различными видами каррагинана от продолжительности структурообразования представлена на рис. 6.

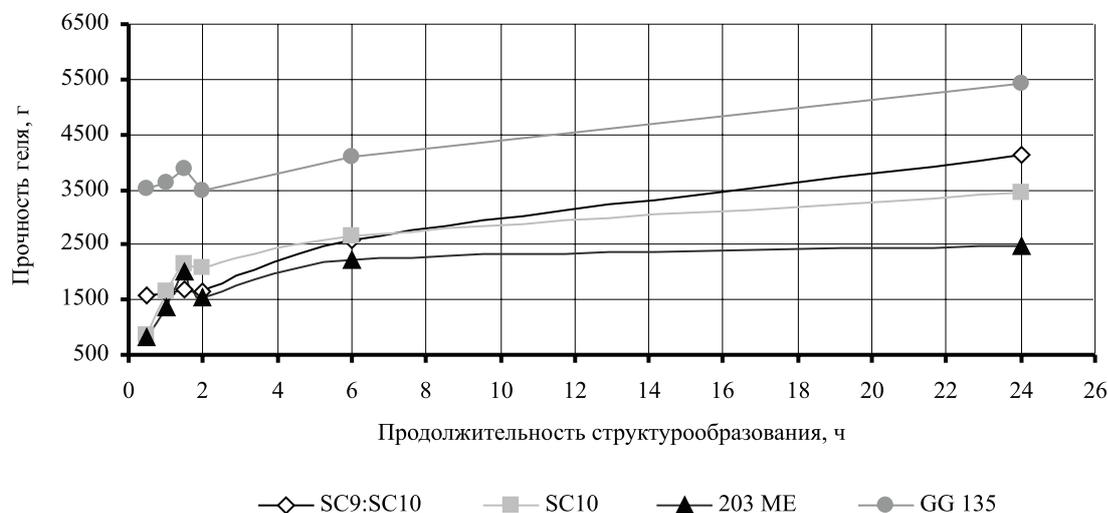
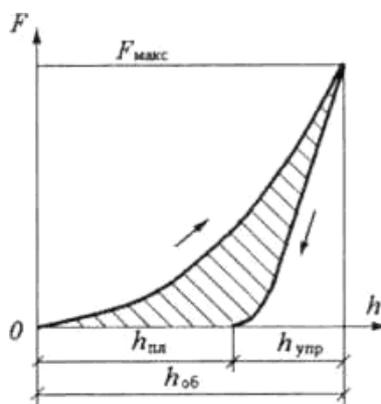


Рис. 6. Зависимость прочности желейных масс с различными видами каррагинана от продолжительности структурообразования

Как свидетельствует график на рис. 6, с увеличением продолжительности структурообразования прочность гелей возрастает. Прочность геля с использованием каррагинана GG135 выше остальных образцов и через 24 часа достигает значения 5428 ± 138 г. Наименьшей прочностью (2459 ± 61 г) обладает образец с использованием каррагинана 203 ME; при этом данный образец достигает максимальной прочности спустя 6 часов структурообразования. Таким образом, установленные характеристики позволяют рекомендовать использование каррагинана 203 ME с целью получения желейных изделий с мягкой структурой, каррагинана GG135 — с более жесткой структурой.

Желейные кондитерские изделия с сильно желированной структурой и жевательной консистенцией проявляют как пластические, так и упругие свойства, что влияет на их потребительские свойства. Определение общей, упругой и пластической деформации образцов желейных масс осуществляли путем испытания образцов на сжатие. В результате испытаний получили зависимости $F - h$, которая называется кривой сжатия. Внешний вид данной кривой представлен на рис. 7 [3, с. 119 — 121].

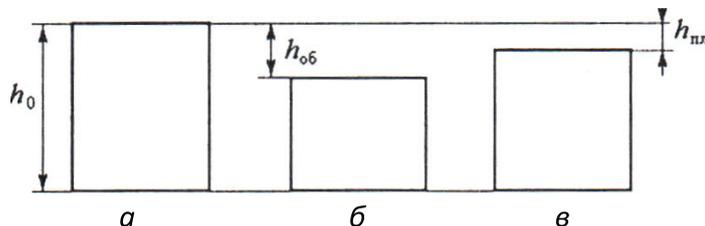


$h_{об}$ — общая деформация пробы, мм;

$h_{пл}$ — пластическая деформация пробы, мм;

$h_{упр}$ — упругая деформация пробы, мм.

Рис. 7. Кривая сжатия нелинейно упругого материала



а — до начала нагружения;

б — при максимальной нагрузке $F_{макс}$;

в — после разгрузки.

Рис. 8. Диаграмма пробы при сжатии нелинейно упругого материала

Кривая на рис. 7 состоит из двух участков: участка нагружения и разгрузки. При нагружении образца с постоянной скоростью деформации нагрузка (усилие на пуансоне) прирастает неравномерно. В начале процесса скорость изменения усилия значительно меньше, чем в конце. Это свидетельствует о том, что материал ведет себя как нелинейно упругое тело. В момент остановки нагружения перемещение пуансона (деформация пробы) достигает максимального значения, соответствующего общей деформации $h_{об}$ (рис. 8б).

При разгрузке пробы и перемещении пуансона с той же скоростью в обратном направлении скорость уменьшения нагрузки практически постоянна, т. е. материал проявляет свойства линейно упругого тела, и только когда нагрузка приближается к нулю, скорость изменения нагрузки резко уменьшается. При полном снятии нагрузки деформация $h_{пл}$ (рис. 8в) оказывается не равной нулю, т. е. материал имеет остаточную деформацию, что свидетельствует о проявлении пластических свойств.

При наложении друг на друга участки нагружения и разгрузки кривой сжатия не совпадают, и образующаяся между ними площадь соответствует работе, затраченной на необратимое пластическое деформирование материала.

Для определения упругопластических свойств жележных масс на каррагинаны бьюксы с образцами (диаметр образцов кондитерских масс составлял 45 мм, высота — 20 мм) помещали на платформу анализатора текстуры «Brookfield СТЗ» и проводили сжатие геля цилиндрическим индентором диаметром 25 мм. Для каждого образца в качестве критерия остановки индентора является 1/3 высоты образца — 7,0 мм ($h_{об}$).

При анализе результатов испытаний на сжатие определили:

1) условный предел прочности, $\sigma_{пр}$, Па (значение нормального напряжения, при котором первоначальная высота пробы уменьшается на одну треть) по формуле

$$\sigma = \frac{4F}{\pi D^2} \cdot 10^6, \text{ Па}, \quad (1)$$

где F — сила (нагрузка), действующая на пуансон, Н; D — диаметр цилиндрической пробы, мм [3, с. 121].

Условный предел прочности при сжатии вычислили, приняв $F = F_{max}$.

2) относительную пластическую деформацию, $\varepsilon_{пл}$, которая определяется как отношение деформации $h_{пл}$ к первоначальной высоте пробы $h_{об}$.

Диаграмма сжатия, построенная в координатах σ – ε , называется диаграммой сжатия материала, т. к. нормальное напряжение и относительная деформация не зависят от абсолютных размеров пробы.

3) эффективный модуль упругости материала, $E_{эф}$, Па, который для нелинейно упругого материала определяется как отношение напряжения к деформации на линейном участке диаграммы сжатия [3, с. 130]:

$$E_{эф} = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \text{ Па} \quad (2)$$

4) упругую деформацию, $h_{упр}$, мм, определили как разность между $h_{об}$ и $h_{пл}$.

Диаграмма сжатия образцов жележных масс, изготовленных с использованием различных видов каррагинана, приведена на рис. 9. В табл. 1 приведены результаты испытаний.

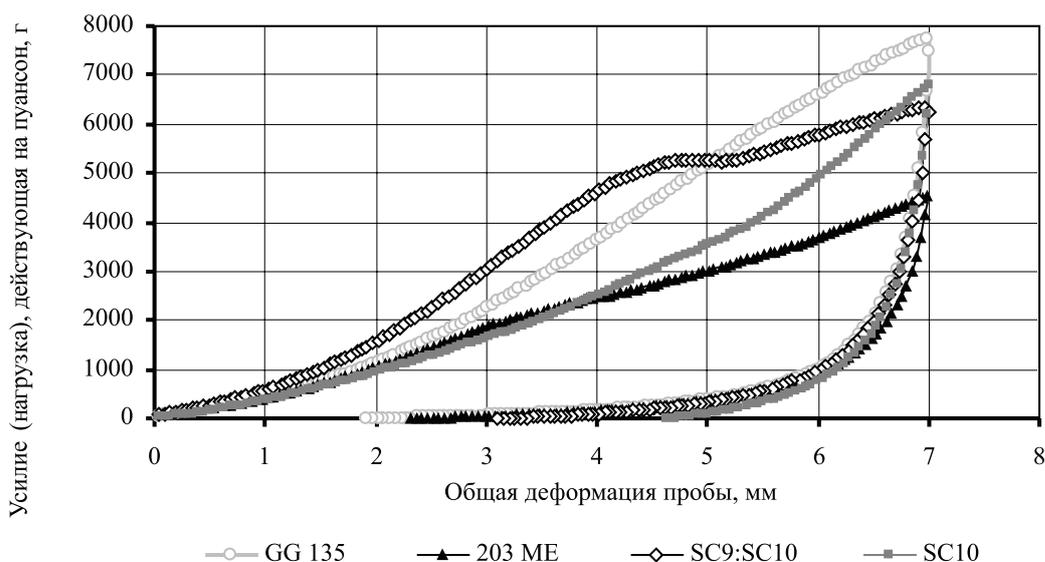


Рис. 9. Диаграмма сжатия жележных масс с использованием различных видов каррагинана

Таблица 1. Характеристики, отражающие упругопластические свойства жележных масс на различных типах каррагинана

Образец жележной массы на каррагинане	$F_{\text{макс}}, \text{Н}$	$h_{\text{об}}, \text{мм}$	$h_{\text{пл}}, \text{мм}$	$h_{\text{упр}}, \text{мм}$	$h_{\text{упр}}/h_{\text{пл}}$	$\sigma_{\text{пл}}, \text{Па}$	$\varepsilon_{\text{пл}}$	$E_{\text{эф}}, \text{Па}$
SC9: SC10	62293,5	7	3,11	3,89	1,25	0,039	1,56	0,025
SC10	66570,7	7	4,64	2,36	0,51	0,042	2,32	0,018
203ME	44488,4	7	2,31	4,69	2,0	0,028	1,16	0,024
GG 135	76125,6	7	1,92	5,08	2,65	0,048	0,96	0,050

В результате исследований установлено, что для получения кондитерских изделий с мягкими пластическими свойствами целесообразно использовать каррагинан SC10. Наиболее упругими свойствами обладает жележная масса с использованием каррагинана GG 135. Данные образцы характеризуются максимальными значениями модуля упругости (0,05 Па) и упругой деформации (5,08 мм), минимальным значением пластической деформации (1,92 мм). Следовательно, данный вид каррагинана можно рекомендовать для создания новых видов отечественных кондитерских изделий с жевательными свойствами.

Из литературы известно, что для эффективного использования каррагинанов важен ионный состав пищевой системы. В частности, каппа-каррагинану, формирующему твердые, хрупкие, ломкие гели, для стабилизации стыковых зон необходимы ионы калия. Йота-каррагинану, образующему эластичные гели, для создания мостиков между соседними молекулярными цепями необходимы ионы кальция [2, с. 129].

Так как гели с использованием каррагинана GG 135 проявляют упругие свойства, можно предположить, что состав данного каррагинана представлен в большей степени йота-каррагинаном. С целью определения возможности дополнительного упрочнения структуры кондитерских изделий на каррагинане, изучили влияние ионов кальция в форме лактата кальция на упругопластические свойства жележных масс. Добавку вводили в количестве 20 % от массы каррагинана согласно рекомендации фирмы-изготовителя.

Установлено, что введение 20 % лактата кальция приводит к увеличению модуля упругости каррагинанового геля на 20 %.

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований установлены оптимальные дозировки ингредиентов в рецептуре кондитерских изделий из жележных масс на каррагинане:

- ♦ каррагинан 1,5 вес. %, сорбитовый сироп — 4,6 вес. %.
- ♦ соотношение сахар : патока 50:45;
- ♦ лимонная кислота — 0,6 вес. %;
- ♦ цитрат натрия — 40 % (к массе каррагинана).

Комплексное использование различных видов структурообразующих веществ позволило создать ассортимент кондитерских изделий из жележных масс на основе каррагинана с использованием вкусов нейтральной группы (сгущенное молоко, кола, пинаколада), хорошо проявляющих себя в продуктах, содержащих небольшое количество пищевых кислот. Для получения кондитерских изделий с более упругой, жевательной консистенцией рекомендуется использование каррагинана GG 135, для получения более мягких изделий — каррагинана SC10. В случае использования каррагинана GG 135 (CP Kelco) для повышения прочности его геля можно использовать лактат кальция в дозировке 20 % (от массы каррагинана).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочеткова, А. А. Пищевые гидроколлоиды / А.А. Кочеткова // Кондитерское производство. — 2000. — № 1. — С. 10–17.

2. *Филлипс, Г. О.* Справочник по гидроколлоидам; пер. с английского; под ред. А. А. Кочетковой и А. А. Сарафановой. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 536 с.
3. *Максимов, А. С.* Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А. С. Максимов, В. Я. Черных. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 176 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.10.2016

T.V. Bandziuk, V. N. Babodey, S. E. Tamashevich

WORKING OUT OF THE NEW KIND OF CONFECTIONERY PRODUCTS FROM JELLY MASS ON THE BASIS OF CARRAGEENAN

In the article cited dates about elaboration of technology of the new kind of jelly confectionery products on the basis of carrageenan. The influence of the different raw materials on structure making processes in jelly mass with carrageenan is studied. Jelly confectionery products which the reduce dosage of jelling agent is developed.

УДК613.2 + 637.04 + 641.56

Изучены известные технологические подходы в производстве продуктов питания, обогащенных витамином D, фортификационные дозировки кальциферола. Обоснована необходимость использования в технологии обогащения совместно с витамином D других витаминных факторов и кальция. Разработана модель пищевой добавки (премикса), содержащей кальциферол, витамины С, В₂, А, фолиевую кислоту и кальций.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ФОРТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ВИТАМИНОМ D

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

*Т. П. Троцкая, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела питания;*

А. С. Кучер, аспирант дневной формы обучения отдела питания

В течение последнего десятилетия проведен ряд исследований, который показал широкую распространенность D-витаминной недостаточности среди различных категорий населения, в том числе и в Республике Беларусь. Недостаточность (дефицит) кальциферолов в питании населения представляет серьезную проблему, которая усугубляется сопутствующими нарушениями нутритивного статуса [1, 2].

Существует ряд способов коррекции D-витаминного статуса: рациональная инсоляция, прием пищевых добавок, использование специальных пищевых рационов. Однако наиболее перспективным и предпочтительным направлением является фортификация продуктов питания. Использование в питании обогащенных пищевых продуктов способствует достижению увеличения биодоступности и биоэффективности витамина D. Обогащенные продукты, содержащие 100 МЕ витамина D в одной порции, как правило, увеличивают уровень биомаркера 25(OH)D в плазме или сыворотке крови. Потребление 11 мкг/сут холекальциферола (440 МЕ/сут) приводит к повышению уровня 25(OH)D на 7,7 нг/мл, что соответствует росту на 0,5 нг/мл на каждые 40 МЕ (1 мкг) пищевого потребления холекальциферола в день [3].

В настоящее время количество и разнообразие имеющихся на мировом рынке обогащенных витамином D продуктов питания существенно различается в зависимости от стран-производителей. Относительный дефицит такой продукции объясняется отсутствием унифицированной политики фортификации. Однако даже в странах, где обогащение продуктов является обяза-