



Использование пектинов и пектинсодержащих продуктов при производстве кондитерских изделий с желейной структурой

В.И. Оболкина,
И.А. Крапивницкая,
У.С. Йовбак,
С.Г. Кияница,
Национальный университет
пищевых технологий, Киев

Кондитерским изделиям, пользующимся повышенным спросом на потребительском рынке, относятся изделия с желеобразной структурой: мармелад, конфеты с фруктовыми и желейными корпусами, желейные отделочные полуфабрикаты. Особой популярностью пользуется мармелад, который в зависимости от применяемой студнеобразующей основы подразделяют на:

- фруктовый, изготовленный с применением в качестве студнеобразователя желирующего фруктового (в том числе ягодного) пюре, без применения студнеобразователей;
- желейно-фруктовый, изготовленный на основе студнеобразователей в сочетании с желирующим фруктовым (в том числе ягодным) пюре;
- желейный мармелад, изготовленный на основе студнеобразователей (агара, агароида, фуцелларана, каррагинана, пектина, желатина, модифици-

рованного крахмала или других гидроколлоидов).

С целью расширения ассортимента мармелада и увеличения его пищевой ценности, кроме фруктового и фруктово-ягодного пюре, возможно использование овощного и фруктово-овощного пюре.

Механизмы студнеобразования гидроколлоидов различаются. Выделяют три механизма желирования: модель двойных спиралей, модель «яичной» упаковки, сахарокислотный (табл. 1) [1].

Студнеобразователи, получаемые из водорослей (агар, агароид, фуцелларан, каррагинан), легко подвергаются гидролизу под воздействием высокой температуры и в кислой среде. Следствием этого является потеря студнеобразующей способности. Поэтому наиболее распространенными структурообразователями при производстве желейных изделий являются пектины.

Промышленные пектины для кондитерской промышленности в основном производятся из отходов переработки citrus-овых плодов и яблок. Экстрагированные и очищенные пектины подразделяют на две основные группы — высокометоксилированные или высокоэтерифицированные (ВЭ) и низкоэтерифицированные (НЭ) пектины. Существует и третья группа, все шире

применяемая в настоящее время, — амидированные пектины [2].

Образование гелевой структуры в пектиновых растворах происходит в результате взаимодействия молекул пектина между собой и зависит от особенностей их строения — молекулярной массы, степени этерификации, характера распределения карбоксильных групп, содержания ацетильных и других функциональных групп. Кроме этого, на процесс гелеобразования влияют температура, активная кислотность среды, содержание и вид дегидратирующих веществ.

Пектин состоит в основном из остатков α-D-галактуронової кислоты. Цепи полигалактуронової кислоты могут этерифицироваться метанолом. При этом происходит замещение карбоксильных групп (COOH) на метоксилированные карбоксильные группы (COOCH₃). Отношение количества метоксилированных групп к каждому 100 карбоксильным группам цепи полигалактуронової кислоты определяет степень этерификации. Чем выше степень этерификации, тем больше метоксилированных групп, взаимодействующих друг с другом, содержится в молекуле пектина.

У высокометоксилированных пектинов этерифицированы 50 или более про-

центров карбоксильных групп. Производится несколько видов высокоэтерифицированного пектина, обеспечивающего разную скорость студнеобразования. Скорость и температура студнеобразования определяются содержанием метоксильной составляющей — чем выше степень этерификации, тем выше температура студнеобразования.

Высокометоксилированные пектины образуют гель в присутствии трех компонентов — воды, сахара и кислоты, роль каждого из которых можно представить следующим образом: пектин, растворенный в воде, частично диссоциирует, образуя ионы COO^- , в результате чего молекулы приобретают отрицательный заряд и между ними возникает сила отталкивания. Присутствие сахара приводит к снижению растворимости пектина в воде, а добавление кислоты подавляет ионизацию пектина, что позволяет противодействовать электростатическому отталкиванию молекул, и в результате образуются зоны перехода. Если содержание сахара или растворимых твердых веществ высоко, температура студнеобразования повышается. Для высокометоксилированного пектина диапазон pH, обеспечивающий оптимальное студнеобразование, составляет 2,9-3,6. При pH выше 3,6 студнеобразование происходит только частично. Если же pH составляет менее 2,9, происходит синергизм студня, в результате которого студень постепенно разрушается, и из него начинает выделяться сироп (происходит «плач» студня). В зависимости от технологии кондитерских изделий допускаются некоторые отклонения в количестве сухих веществ и кислотности, но при этом должно изменяться и количество пектина.

Еще одним фактором, влияющим на температуру и скорость студнеобразования, является присутствие ретардаторов (некоторых буферных солей). Ретардаторами являются, как правило, соли одновалентных катионов (например, ионов K^+) молочной, винной, лимонной или фосфорной кислот. Катионы присоединяются к диссоциированным карбоксильным группам, вследствие чего пектиновые цепочки не могут сблизиться для образования межмолекулярных связей. Результатом является увеличение времени желирования и понижение его температуры. Кроме того, буферные соли повышают pH перед дозировкой кислоты, что помогает предотвратить преждевременное желирование. Степень этих изменений можно регулировать концентрацией буферных солей, но слишком высокая дозировка солей может отрицательно повлиять на вкус и прочность геля.

В зависимости от скорости и температуры начала желирования высокоэтерифицированные пектины делятся на быстро-, средне- и медленно желирующие или пектины быстрой (температура 75-85°C, pH 3,1-3,6), средней (температура 55-75°C, pH 3,0-

Табл. 1. Условия гелеобразования в растворах гидроколлоидов

Гелеобразователь	Опт. pH	Условия гелеобразования	Механизм гелеобразования
Агар	2,5-10,0	При температуре ниже 32-40°C	Модель двойных спиралей
Желатин	4,5-10	При температуре ниже 30°C	Модель двойных спиралей
Каррагинан, йота	4,0-10,0	При температуре ниже 55°C, в присутствии ионов Са	Модель двойных спиралей
Каррагинан, каппа	4,0-10,0	При температуре ниже 55°C, в присутствии ионов К	Модель двойных спиралей
Пектин ВЭ	2,5-4,0	pH менее 4; 55-80% сухих веществ	Сахаро-кислотный
Пектин НЭ	2,5-5,5	При температуре ниже 60°C, в присутствии ионов Са	Модель яичной упаковки

3,3) и медленной (температура 45-60°C, pH 2,8-3,2) садки. Быстро желирующие пектины имеют более высокую степень этерификации и желируют при более высоких pH.

Желейные изделия, приготовленные с использованием высокоэтерифицированных яблочных пектинов, имеют эластично-вязкую текстуру, а с использованием цитрусовых пектинов — эластично-хрупкую, нежную текстуру с гладким бриллиантовым изломом [3].

Некоторые промышленные пектины содержат необходимое количество буферных солей. Они применяются в производстве кондитерских жележных продуктов с

ство солей кальция). Для производства низкокалорийных кондитерских изделий данные пектины наиболее интересны.

Желирование низкометоксилированных пектинов можно представить следующим образом. При небольшой добавке ионов кальция пектиновые цепи начинают группироваться, образуя кальциевые мостики. Если концентрация ионов повышается, образуется гель. При передозировке ионов кальция пектинат кальция выпадает в осадок. В данном случае говорят о преждевременном желировании.

Выпускается несколько видов низкометоксилированных пектинов разного на-

ОДНИМ ИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИМ НА ТЕМПЕРАТУРУ И СКОРОСТЬ СТУДНЕОБРАЗОВАНИЯ, ЯВЛЯЕТСЯ ПРИСУТСТВИЕ РЕТАРДАТОРОВ (НЕКОТОРЫХ БУФЕРНЫХ СОЛЕЙ)

содержанием сухих веществ около 78-83% и pH 3,1-3,3. Текстура получаемых гелей — эластично-вязкая с гладким изломом.

У низкометоксилированных пектинов этерифицированы менее 50% всех карбоксильных групп. Низкометоксилированные пектины стали применяться в кондитерской промышленности сравнительно недавно. В отличие от высокометоксилированного пектина, при их применении сахар и кислота не имеют особого значения для студнеобразования, так как при использовании низкометоксилированных пектинов сетчатая (шитая) структура студня образуется благодаря пектинату кальция. Можно приготовить студень, в котором содержание сухих веществ будет составлять всего 2%, а pH близко к нейтральному, но это не значит, что нельзя производить желе с добавлением сахара — иногда для вкуса и увеличения срока годности продукта может добавляться и кислота (при условии того, что присутствует некоторое количе-

значения, отличающихся по молекулярному весу, степени этерификации, а также по способности к студнеобразованию при разных pH и концентрациях сахара.

Несмотря на то, что соли кальция и другие буферные соли добавляются в состав поставляемых пектинов фирмами-производителями, иногда необходимо добавлять еще некоторое количество солей (особенно если приходится использовать воду неодинакового качества).

При содержании сухих веществ более 60% соли кальция можно не добавлять, а при 20-30% необходимо добавлять до 0,1% к массе желе.

Способность этих солей кальция вступать в реакцию с низкометоксилированным пектином зависит от их растворимости — например, хлорид кальция способствует быстрому студнеобразованию, тогда как трикальцийцитрат или сульфат кальция из-за их небольшой растворимости приводят к более медленному застыванию. Как пра-

вило, соли кальция добавляют в количестве 0,05-0,10% к массе готового желе.

Буферные соли добавляют для того, чтобы предотвратить преждевременное студнеобразование, а также для того, чтобы приготовленное желе можно было оставлять на небольшое время, а не отсаживать сразу же после варки. При этом необходимо учитывать, что такая задержка приводит к определенному снижению прочности студня. В этих целях чаще всего применяют дигидрат цитрата натрия и тетрагидрат пиррофосфат, количество которых может составлять от 0,20-0,50% к массе готового студня.

У амидированных пектинов определенная часть групп галактуроновой кислоты COOH замещается группами CONH₂; как правило, число таких групп составляет от 15 до 25%. При использовании этих пектинов допустима большая концентрация кальция, чем для низкометоксилированных пектинов, а при производстве некоторых видов кондитерских изделий структурообразование будет происходить быстрее.

Амидированные пектины обладают некоторыми преимуществами по сравнению с обычными низкометоксилированными пектинами: толерантностью к гораздо большему диапазону содержания кальция; получаемый студень термообратим, то есть тает при нагревании и снова застывает при охлаждении; амидопектины обладают тиксотропными свойствами — при температуре чуть ниже температуры студнеобразования их текучесть может поддерживаться с помощью перемешивания, а студнеобразование происходит сразу после его прекращения; значительно снижается синерезис (отделение сиропы); содержание растворимых сухих веществ ограничено не так строго. Данные пектины используют для производства кондитерских жележных изделий с низкой вязкостью во время процесса приготовления и низкой температурой желирования.

Наиболее широко на рынке представлены пектины компаний Herbstreith & Fox

(Германия), Danicko (Чехия), CP KelcoApS (Дания), Pectowin (Польша), Andrepecktin (Китай).

При производстве мармелада, жележных отделочных полуфабрикатов преимущественно используются пектины зарубежного производства — цитрусовый и яблочный, цена которых постоянно повышается, что сказывается на себестоимости кондитерской продукции.

В некоторых технологиях кондитерских изделий можно заменить дорогостоящие пектины на пектинопродукты — пектинсодержащие экстракты, концентраты, порошки, пасты, которые получают из растительного сырья, имеющие высокое содержание пектина и выполняющие роль пектина в технологических пищевых средах в качестве структурообразователя.

В Национальном университете пищевых технологий разработаны и промышленно освоены новые овощные и фруктово-овощные пектинсодержащие полуфабрикаты на основе морковного и тыквенного пюре. В овощном сырье в основном содержится низкоэтерифицированный пектин, являющийся активным радиопротектором и детоксикантом. Пектинсодержащие полуфабрикаты содержат также витамины, макро- и микро-нутриенты, пищевые волокна и другие биологически активные вещества, что дает возможность создавать новые кондитерские изделия оздоровительного и профилактического назначения.

При производстве пектинсодержащих продуктов в процессе гидролиза протопектина растительного сырья увеличивается содержание водорастворимого пектина, и происходят изменения в качественном и количественном составе сырья (табл. 2).

В процессе гидролиза морковного, тыквенного и яблочного пюре активная кислотность уменьшается до значения pH 3,2. За счет гидролиза протопектина растительных тканей увеличивается количество пектиновых веществ, особенно низ-

коэтерифицированного, почти в 3 раза. Содержание клетчатки уменьшается, но незначительно — на 1,2-1,7%.

В процессе гидролиза пюре увеличивается и количество редуцирующих веществ. Количество витамина С уменьшается на 30-35%, что связано с термической деструкцией при проведении кислотного гидролиза.

Одним из важных биологически активных компонентов, которые присутствуют в морковном и тыквенных пюре является бета-каротин. В-каротин является предшественником витамина А. Под действием фермента каротинызы молекула β-каротина расщепляется на 2 молекулы витамина А. Кроме того, β-каротин является натуральным красителем, который придает изделиям яркий оранжевый цвет. Было установлено, что в процессе обработки обычного пюре количество β-каротина уменьшается, но незначительно — на 8-10%.

На основе морковного, тыквенного, морковно-яблочного и тыквенно-яблочного пюре разработаны новые виды жележных отделочных полуфабрикатов, пастиломармеладные изделия.

Кондитерские изделия, полученные с помощью нового сырья, отличаются уникальной структурой, ярким цветом, приятным вкусом, содержат комплекс биологически активных компонентов (витаминов, пищевых волокон, макро-, микроэлементов). Кроме этого, использование отечественного сырья позволяет получить продукцию с невысокой себестоимостью. ■

Литература

1. Кочеткова А.Л. Пищевые гидроколлоиды: теоретические заметки /Кочеткова А.Л. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. — 2000. — №1. — С. 10-11.
2. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Донченко Л.В. — М.: Делли, 2000. — 237 с.
3. Васькина В.А. Сравнительная характеристика технологий жележного мармелада /Васькина В.А. //Кондитерское и хлебопекарное производство. — 2006. — №6. — С.1-4.

Табл. 2. Изменения в химическом составе пюре в процессе гидролиза

Показатель	Яблочное пюре		Морковное пюре		Тыквенное пюре	
	обычное	гидролизованное	обычное	гидролизованное	обычное	гидролизованное
Активная кислотность, pH	4,1	3,2	3,7	3,2	4,1	3,2
Содержание пектина, г/100г продукта	1,2	1,97	0,8	2,4	0,6	1,8
Содержание клетчатки к количеству сухих веществ, %	32,8	32,3	35,4	34,2	37,5	35,8
Содержание редуцирующих веществ, %	0,03	0,23	0,75	1,3	1,21	2,04
Содержание витамина С, мг/100г продукта	7,5	5,3	4,8	3,4	6,4	4,6
Содержание β-каротина, мг/100г продукта	0,96	0,86	5,85	5,3	3,85	3,5