

Использование гидроколлоидов в производстве кондитерских изделий

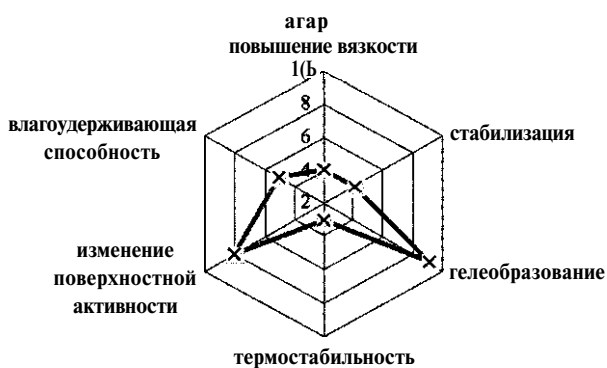
Среди большого количества пищевых добавок гидроколлоиды отличаются своими структурообразующими, влагоудерживающими, стабилизирующими свойствами. Они обладают способностью связывать воду в количествах, во много раз превышающих их собственную массу, придавая необходимые реологические свойства и структуру готовому продукту — от текучей, пастообразной до сильно желированной, эластичной.

Гидроколлоиды — это полисахариды растительного или микробиологического происхождения, которые содержат множество гидроксильных групп и могут быть полиэлектролитами. Основными коммерческими представителями являются пектин, агар, каррагинан, камеди гуара, ксантана, дерева тара, рожкового дерева и др.

Эти вещества нашли своё широкое применение в различных отраслях как пищевой промышленности (мясной, кондитерской, молочной, масложировой и т.д.), так и в технической сфере, в фармакологии и косметологии.

Рассмотрим характеристики наиболее популярных из них. На основе литературных и экспериментальных данных построены диаграммы, которые показывают степень эффективности использования отдельных гидроколлоидов для достижения необходимых технологических показателей готовых продуктов и полуфабрикатов (например, гелеобразование, стабилизация, повышение вязкости, влагоудерживающая способность, термостабильность, изменение поверхностной активности). Степень проявления каждого из этих свойств для каждого из рассматриваемых гидроколлоидов оценена по десятибалльной шкале.

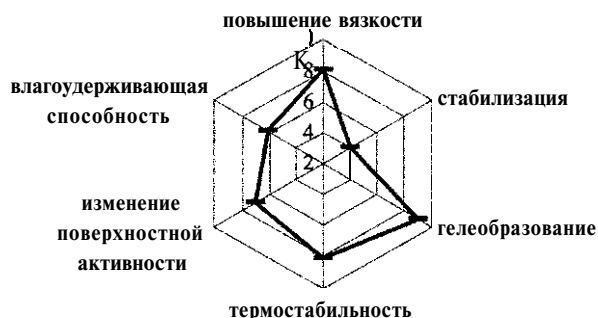
Агар получают из морских красных водорослей (анфельции) или из фурацеларии путем длительного вываривания в горячей воде с добавлением щелочи. Выделение агара зависит от свойств водорослей, химических веществ, которые добавляют при вываривании, длительности и условий проведения процесса. Агар — это высокомолекулярное вещество типа полисахаридов.



При гидролизе агара получают до 33 % галактозы к массе исходного агара. Кроме галактозы в препаратах агара присутствуют кальций, магний, калий, натрий, фосфор. Молекула агара состоит из 9 остатков Р-галактозы, связанных

между собой гликозидной связью в положениях 1 и 3, и заканчивается остатком 1-галактозы, у которой шестой атом этерифицирован серной кислотой. Молекулярная масса растворимой фракции агара находится в пределах 11000-25000. Используется в кондитерской промышленности как желирующий агент при производстве мармелада.

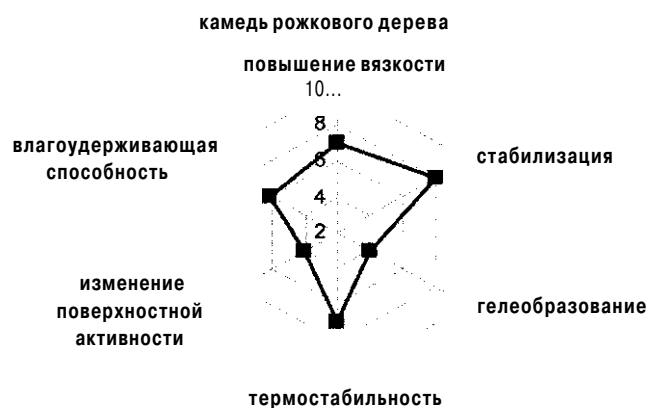
Пектины — ценные природные соединения, которые широко используются как в пищевой промышленности в качестве желирующего агента, загустителя и стабилизатора, так и в непищевых отраслях.



Пектиновые вещества — группа высокомолекулярных гетерополисахаридов, которые входят в состав клеточных стенок и межклеточных образований высших растений. Основная цепь полимерной молекулы пектиновых веществ состоит из производных полигалактуроновой кислоты, где остатки α-D-галактуроновой кислоты связаны α-1-4-гликозидной связью.

Строение молекул пектинов определяет их основные физико-химические свойства, к которым относятся гелеобразующая способность и комплексобразование с ионами поливалентных металлов. Гелеобразование — важнейшее свойство пектина, зависит от молекулярной массы, степени этерификации, концентрации сахара, температуры и pH среды.

Камедь рожкового дерева используется при изготовлении мороженого и различных замороженных десертов



(в т.ч. молочных), сливочных сыров, соусов, в хлебопекарной промышленности.

Оказывает большое влияние на функциональные свойства других гидроколлоидов. По химическому строению камедь рожкового дерева — это полисахарид галактоманнан, который состоит из четырех остатков маннозы и одного остатка галактозы

Камедь рожкового дерева не растворяется в холодной воде (полное растворение при 85 °С), поэтому растворение должно происходить в процессе нагрева. При охлаждении камедь рожкового дерева замедляет образование кристаллов льда, создавая структурированный гель.

Камедь гуара (или гуаран) получают путём экстракции из семян растения (*Me1гадопо1оБа*). Камедь гуара является экономически выгодным стабилизатором. Быстро гидратируется в холодной воде и создаёт вязкий псевдопластичный раствор с низкой прочностью на разрыв. Камедь гуара более растворима, чем камедь рожкового дерева, и по сравнению с ней — лучший эмульгатор. При этом камедь гуара проявляет достаточно хорошую стойкость в процессах замораживания-оттаивания. В соединении с камедью ксантана проявляет синергизм.



Используется как улучшитель в хлебопекарном производстве, как стабилизатор для сыров, замороженных десертов и других молочных продуктов, джемов и желе, соков, пищевых концентратов, сиропов, как эмульгатор для жиров, масел, соусов, и даже как связующий агент при производстве кормов для домашних животных.

Химическое строение камеди гуара сходно со строением камеди рожкового дерева. Это полимерное соединение из более, чем 10000 остатков галактозы, имеющее не ионную линейную структуру. Высокий уровень замещения галактозы обуславливает жёсткость полимера (что повышает его эластичность).

Функциональные свойства **камеди тара** во многом схожи со свойствами камеди гуара и камеди рожкового дерева, так как камедь дерева тара так же является галактоманнаном, состоящим из остатков галактозы и маннозы в соотношении 1:3.

Камедь тара легко растворяется в воде. При одном и том же значении концентрации горячий раствор камеди тара более вязкий, чем растворы камеди гуара или камеди рожкового дерева. Камедь тара позволяет удерживать дисперсные системы в стабильном состоянии достаточно продолжительное время. С другими гидроколлоидами камедь тара проявляет свойство синергизма. Эта камедь представляет собой измельчённый эндосперм семян растения вида *Caеэа^та эрюоБа*, или дерева тара. Камедь тара нашла своё применение в следующих продуктах:

- кондитерские изделия, молочные продукты и мороженое — как загуститель;

- майонезы, соусы, приправы — как стабилизатор;
- джемы, желе, мягкие конфеты, молочные продукты и мясные консервы — как желирующий агент.

Так же камедь тара применяется в фармакологии, косметологии и при производстве сухих кормов.



Камедь ксантана применяется в качестве вещества, контролирующего вязкость растворов. Имеет достаточно высокую вязкость при низком сдвиговом усилии, псевдопластичную реологию, температурную нечувствительность и совместимость с кислотами, щелочами и солями. При взаимодействии с другими коллоидами создаёт эффект синергизма.

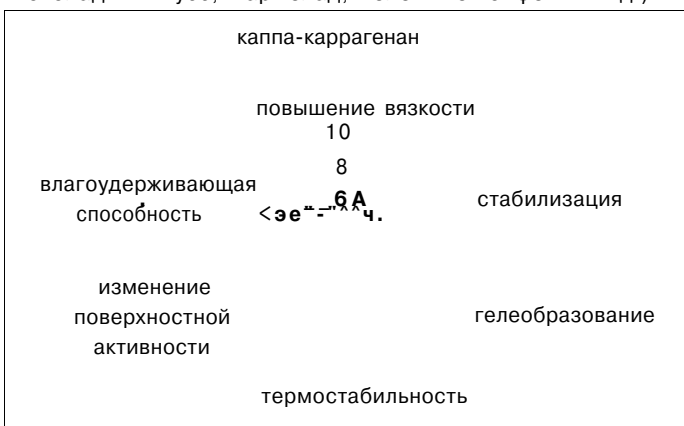
Кроме того, камедь образует стабильные суспензии и термообратимые гели. Используется во многих отраслях промышленности: в пищевой — при производстве напитков, концентратов быстрого приготовления, замороженных продуктов, молочных продуктов (йогуртов, сливок, сыров), глазури, мясных продуктов, диетических продуктов; в косметической — при производстве кремов для лица и лосьонов, зубных паст и шампуней, в технической сфере.

Камедь является стабилизатором эмульсий, суспензий и муссов, контролирует синергизис, удерживает влагу.



Каррагинан состоит из более чем 25000 остатков солевых форм калия, натрия, магния, кальциевых сернистых эфиров галактозы и 3,6-ангидрогалактозы. Выделяют несколько типов: каппа-каррагинан, йота-каррагинан, лямбда-каррагинан. Все каррагинаны крайне эластичны, и применение их обусловлено, главным образом, способностью желироваться, набухать и образовывать суспензии. Применяется при производстве молочных продуктов (как стабилизатор в шоколадном молоке, молочных коктейлях и продуктах с фруктовыми наполнителями, как текстурирующий агент для мороженого и сливок, для контроля за кристаллизацией льда в замороженных продуктах), при произ-

водстве мясных продуктов (для удержания воды, как закрепляющий агент для жиров, устраняющий их разделение, для приготовления рассолов), при производстве кондитерских изделий (как железирующий, набухающий и стабилизирующий агент, для удержания влаги в таких продуктах, как шоколадный мусс, мармелад, желейные конфеты и т.д.).



Действие каррагинана основано на образовании полимерной сетки (в результате взаимодействия полисахарида с белками), в ячейках которой задерживается вода. При таком взаимодействии он усиливает каркас мясной системы.

В мясной промышленности предпочтение отдается каппа каррагинану.

Эффективность применения гидроколлоидов для улучшения качественных характеристик пищевых продуктов будет определяться особенностями химического строения и физико-химическими свойствами добавок, стойкостью к действию температуры, pH среды, растворимостью и др.

Камеди, как структурообразователи, проявляют разную стойкость к действию температуры. Системы, в которых есть только гуаровая камедь, не подвергаются длительному нагреву при температуре выше 100 °С. Это приводит к необратимой потере вязкости.

Растворы камеди ксантана уникальны в их способности сохранять вязкость при высокой температуре.

Камеди гуара и рожкового дерева сходны в том, что полуацетальные связи, которые объединяют остатки моносахаридов, относительно нестойки. Присоединяя воду, галактоманнаны способны гидролизироваться. Процесс катализируют ионы водорода. Поэтому в кислых средах (при pH меньше 3.2) гуар и камедь рожкового дерева не способны образовывать долговременно стабильные растворы. Заметное влияние на процесс гидратации оказывают слабодиссоциированные органические кислоты (уксусная, лимонная, винная, молочная). Внесение такой кислоты вначале гидратации приводит к потере системой 10-20 % вязкости.

Таким образом, индивидуальное использование камедей гуара, рожкового дерева и тары ограничено большим количеством дестабилизирующих факторов. В большинстве случаев их используют в сочетании с другими гидроколлоидами, в так называемых стабилизационных композициях.

Одно из основных условий эффективного использования гидроколлоидов в конкретной пищевой системе — полное их растворение, которое зависит от химической природы.

Растворимость повышается в присутствии в гидроколлоидах ионизированных групп (сульфатных и гидроксильных), которые повышают гидрофильность (каррагинаны), а также при наличии в молекулах полисахаридов боковых цепей, что улучшает гидратацию (ксантан). Растворимость снижается в присутствии факторов, которые способствуют

образованию связей между полисахаридными цепями: наличие неразветвленных зон и участков без ионизированных групп (камедь рожкового дерева); присутствие ионов кальция или других поливалентных катионов, которые вызывают сильное взаимодействие полисахаридных цепей, что препятствует растворению (пектины). Растворы камеди ксантана высоко псевдопластичны. При увеличении сдвигового усилия резко понижается вязкость. После снятия усилия начальная вязкость восстанавливается почти мгновенно. Вязкость растворов камеди ксантана относительно нечувствительна к температурным изменениям.

Пектин растворим при комнатной температуре, а камеди проявляют разную способность к растворению, которая зависит от температуры.

Камедь гуара растворима при комнатной температуре.

Камедь рожкового дерева растворима только при нагревании.

Камедь ксантана растворима при комнатной температуре.

Лямбда-каррагинан растворим при комнатной температуре.

Йота-каррагинан частично растворим при комнатной температуре.

Каппа-каррагинан растворим только при нагревании.

Важное свойство некоторых полисахаридов — способность образовывать гели. Свойства гелей существенно зависят от природы гидроколлоида.

Гелеобразование — важнейшее свойство пектина, которое зависит от молекулярной массы, степени этерификации, концентрации сахара, температуры и pH среды. Гелеобразование низкометоксилированных пектинов, в отличие от высокометоксилированных, не зависит от pH и содержания сухих веществ.

Гелеобразующая способность агара и агароида зависит, в основном, от длины молекул, что определяется молекулярной массой, и от природы и условий приготовления (температуры, pH и состава среды).

Гелеобразующие свойства каррагинана зависят от его вида. Лямбда-каррагинан не образует гель, йота-каррагенан образует слабый гель, каппа-каррагинан образует сильный гель. Гель каппа-каррагинана образуется только в присутствии некоторых катионов. Они термообратимы, а температура плавления и гелеобразования зависит от концентрации и вида присутствующих солей. Гели каррагинана очень хрупкие и неэластичные, только в присутствии ионов калия образуются эластичные гели. В производстве каррагинаны используют в смеси с другими полисахаридами, например, камедью рожкового дерева.

Упругие, когезивные гели формируются соединением молекул камеди рожкового дерева и камеди ксантана при нагревании и последующем охлаждении. Сила геля камедь ксантана/камедь рожкового дерева зависит от соотношения камедей в растворе и pH системы. Смеси камеди ксантана и рожкового дерева могут эффективно использоваться для изменения текстуры гелей на основе агара и каппа-каррагинана.

Камедь тара по структуре подобна камеди рожкового дерева и потому взаимодействует с ксантаном таким же образом. Камедь гуара не образует гель с ксантаном, но дает синергетическое увеличение вязкости, которое зависит от pH и концентрации ионов.

Целенаправленное использование различных гидроколлоидов позволит регулировать ход технологического процесса и улучшить качество готовых изделий. Наиболее эффективным является одновременное использование нескольких гидроколлоидов в составе стабилизационных смесей.