

А.А. ПЕСТИНА, канд. техн. наук, доц. ХГУПТ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ «АЛЬГИНАТ НАТРИЯ – CaCO₃ – D-ГЛЮКОНО-δ-ЛАКТОН» В ТЕХНОЛОГИИ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В статті розглянуто закономірності гелеутворення в системі «альгінат натрію – CaCO₃ – D-глюконо-δ-лактон», на основі чого розроблено технологію реструктурованого продукту з дині. Доведено можливість використання цієї системи при розробці технологій реструктурованих продуктів з інших видів рослинної сировини, близьких за фізико-хімічними властивостями до дині.

В статье рассмотрены закономерности гелеобразования в системе "альгинат натрия – CaCO₃ – D-глюконо-δ-лактон", на основе чего разработана технология реструктурированного продукта из дыни. Доказана возможность использования этой системы при разработке технологий реструктурированных продуктов из других видов растительного сырья, близких по физико-химическим свойствам к дыне.

In the article conformities to law of gelation in the system «sodium alginate – CaCO₃ – D-glucono-δ-lactone» are considered, on the basis of it technology of the restructured product from a melon is developed. Possibility of the use of this system at development of technologies of the restructured products from other types of digister, near on physical and chemical properties to the melon is rotined.

Постановка проблемы в общем виде. Производство реструктурированных пищевых продуктов из мяса, рыбы, морепродуктов, зерновых, а также овощей, плодов и ягод является распространенной практикой в пищевой промышленности США и стран Западной Европы.

Известны различные способы производства таких продуктов [1, 2]. Все они предусматривают формование измельченного сырья с добавлением различных гелеобразующих веществ, в том числе, путем экструзии или другим механическим методом, а также могут включать термическую обработку, такую как нагревание или охлаждение. Многие из этих способов основаны на использовании гелеобразующих систем, включающих альгинат натрия и бивалентный катион, такой как ион кальция. Основные преимущества реструктурированных продуктов с использованием альгинатов заключаются в том, что им можно придавать необходимую форму и текстуру, они устойчивы при нагревании и охлаждении, имеют высокие вкусовые достоинства и характе-

ризируются лечебно-профилактическими свойствами. При этом состав и концентрации рецептурных компонентов выбирают в соответствии с особенностями конкретной пищевой системы и поставленной технологической целью. Особый интерес для настоящего исследования представляет опыт переработки продуктов на основе растительного сырья, в частности овощей, плодов и ягод.

Анализ последних исследований и публикаций. Путем аналитических исследований установлено, что это наименее разработанное направление в области реструктурированных продуктов. Связано это с тем, что химический состав сырья в данном случае может быть самым разнообразным, что значительно осложняет создание единой теории гелеобразования в таких системах. Все существующие в настоящее время разработки имеют в основном эмпирический характер [3]. В Украине разработки в этой области практически отсутствуют, что делает подобные исследования особенно актуальными.

Цель и задание статьи. Цель данной статьи – на примере разработанного нами реструктурированного продукта из дыни показать возможность использования гелеобразующей системы «альгинат натрия – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон» в технологии реструктурированных продуктов на основе растительного сырья.

Изложение основного материала исследования. Для получения реструктурированных продуктов на основе растительного сырья предлагается использовать химическую систему «альгинат натрия – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон». Преимущество этой системы заключается в том, что именно в трехкомпонентной системе возможно протекание гелеобразования альгината натрия при контролируемых условиях растворения карбоната кальция без изменения кислотности среды, что важно для продуктов с нейтральными или близкими к нейтральным значениями pH, к которым относится и дыня.

Важность обеспечения нейтральных значений pH определяется условиями растворимости альгината натрия, максимум растворимости которого приходится на область $5,5 < \text{pH} < 7,0$, в то время как CaCO_3 ($K_S^0 = 3,8 \cdot 10^{-9}$) характеризуется максимальной растворимостью при $\text{pH} < 5,5$.

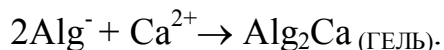
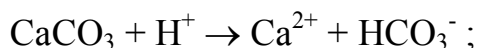
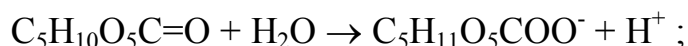
Для совмещения условий растворимости альгината натрия и CaCO_3 и обеспечения перехода кальция в ионную форму обосновано ведение в систему инициатора гелеобразования D-глюконо- δ -лактона, что обеспечивает растворимость CaCO_3 , не уменьшая растворимости альгината натрия.

Обоснован порядок введения компонентов в систему, который заключа-

ется в диспергировании CaCO_3 в растворе альгината натрия, после чего в систему вводится D-глюконо- δ -лактон ($\text{pK}_a = 3,70$). Именно при таких условиях создается возможность появления в системе ионов Ca^{2+} и стабилизации значений pH до $6,8 \pm 0,1$, которое соответствует pH пюре дыни, что достигается на принципах буферного действия компонентов системы.

Установлено, что увеличение концентрации D-глюконо- δ -лактона с $0,4 \cdot 10^{-1}$ до $2,4 \cdot 10^{-1}$ моль/л в пересчете на зафиксированную массу CaCO_3 ($m = 1,0$ г) при температуре 20 °C обеспечивает переход в раствор 78 ± 2 % карбоната кальция при постоянном значении $\text{pH} = 6,8 \pm 0,1$. Установлено, что выполнение условия превышения концентрации ионов Ca^{2+} над концентрацией D-глюконо- δ -лактона по стехиометрическому соотношению H^+ и Ca^{2+} обеспечивает условия растворимости альгината натрия, стабильность нейтральных значений pH технологической системы и ее структурирование. Введение избытка D-глюконо- δ -лактона в раствор альгината натрия приводит к накоплению ионов H^+ и изменению значений pH до $4,5 \dots 5,5$, что существенно ухудшает условия растворимости альгината натрия и, несмотря на наличие в системе ионов Ca^{2+} , ухудшает гелеобразование, снижая значение модуля мгновенной упругости для 1,5 % раствора альгината натрия с $(15,43 \pm 0,02) \cdot 10^4$ Па ($\text{pH} = 7,0$) до $(2,34 \pm 0,02) \cdot 10^4$ Па ($\text{pH} = 5,5$).

Теоретически обоснована и экспериментально определена область рациональных значений $\text{pH} = 5,5 \dots 7,0$, обеспечивающая контролируемое протекание системы реакций, которые обеспечивают гелеобразование системы:



Исходя из условий стехиометрии реакций, протекающих в системе, обоснованы рациональные концентрации компонентов: AlgNa – 1,5 %; CaCO_3 – 0,04 моль/л; D-глюконо- δ -лактон – 0,08 моль/л и их рациональные соотношения: массовое соотношение AlgNa : $\text{CaCO}_3 = 4 : 1$ (г/г); молярное соотношение CaCO_3 : D-глюконо- δ -лактон = 1 : 2 (моль/моль); массовое соотношение AlgNa : CaCO_3 : D-глюконо- δ -лактон = 1,5 : 0,4 : 1,4 (г/г/г), которые закреплены как параметры модельных систем для получения реструктурированных продуктов из дыни.

Установлены факторы, которые влияют на гелеобразование и структурно-механические свойства образующихся гелей. Изучена кинетика гелеобразования, на основании чего обоснован порядок введения реагентов в реакционную смесь. Установлено, что D-глюконо- δ -лактон необходимо вводить в последнюю очередь, чтобы обеспечить медленное протекание реакции и однородную структуру геля.

Показано, что снижение pH системы с 7,0 до 5,5 увеличивает скорость гелеобразования в 2,4 раза, однако существенно уменьшает упругость гелей, что диктует необходимость контроля значений pH. При $\text{pH} = 6,8 \pm 0,1$ гелеобразование завершается через $(6...8) \cdot 60^2$ с, результатом чего является формирование геля с рациональными значениями $G_{\text{упр.}}^0 = 15,41 \cdot 10^4$ Па и $G_{\text{эл.}} = 8,95 \cdot 10^4$ Па, соответствующими натуральной дыне.

С применением методов математического моделирования обоснован рецептурный состав и определены рациональные параметры процесса производства реструктурированного продукта из дыни.

Анализ полученных результатов позволил обобщить закономерности гелеобразования и показал, что при дальнейшей доработке возможно использование предлагаемого метода структурирования для получения реструктурированных продуктов на основе других видов растительного сырья, обладающего сходными с дыней физико-химическими свойствами, такими как pH, содержание свободной влаги, пектиновых и минеральных веществ.

Выводы.

В результате проведенных исследований установлены закономерности гелеобразования в системе «альгинат натрия – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон» и возможности ее использования при получении реструктурированных продуктов на основе растительного сырья. Внедрение этого метода позволит рационально использовать отечественное сезонное сырье, расширить ассортимент кулинарной продукции высокого качества и тем самым улучшить структуру питания населения Украины.

Список литературы: 1. *Бреславец Т. В.* Технология структурированных аналогов филе рыбного и кулинарной продукции на их основе: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Бреславец Татьяна Витальевна. – Х.: 2004. – 362 с. 2. *Пивоваров Е. П.* Технология гелеобразной десертной продукции с использованием систем крахмал – функциональный полисахарид: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Пивоваров Евгений Павлович. – Х.: 2003. – 329 с. 3. *Нечаев А. П.* Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. И. Зайцев. – М.: Колос, 2001. – 255 с.