

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМУЛЬГИРУЮЩИХ И СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ СВОЙСТВ СТАБИЛИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА

Л. Н. Мостовая, Л. Г. Мартыненко

Исследованы стабилизационные системы на основе крахмала с целью создания технологии десертной продукции эмульсионного типа с использованием растительного масла. Обоснована целесообразность использования систем крахмальный клейстер–гидролизат в качестве стабилизатора эмульсионной структуры десертной продукции. Определены технологические параметры получения кинетически и агрегативно стабильных эмульсий на основе систем крахмальный клейстер–гидролизат.

Введение

Повышение конкурентных позиций продукции общественного питания связано с улучшением ее потребительских свойств, расширением ассортимента, внедрением новых технологий, разработанных с учетом современных достижений науки, увеличением эффективности производства за счет рационального использования сырья и вовлечения новых его видов.

В широком ассортименте продукции, вырабатываемой предприятиями общественного питания, отдельную группу составляет десертная продукция эмульсионного типа. Анализ ситуации, сложившейся на продовольственном рынке Украины, свидетельствует, что ассортимент десертной продукции эмульсионной структуры крайне узок, а объемы ее производства и реализации не удовлетворяют спрос. Это обусловлено, с одной стороны, отсутствием научных основ для разработки такой продукции и использованием в производственной деятельности преимущественно эмпирического подхода, а с другой – нестабильностью свойств сырья и готовых изделий, непродолжительным сроком их хранения, что в условиях тенденции к централизованному производству является одним из сдерживающих моментов. Сдерживающим фактором является также то, что в состав десертной продукции эмульсионного типа входят жиры животного происхождения и не используются растительные масла, что ограничивает ее использование в питании отдельных групп потребителей [1].

Традиционно в составе десертной продукции эмульсионного типа в качестве функциональных веществ, обеспечивающих текстурную стабильность, используются желатин, агар, агароид, пектин и яичепродукты. Дефицит структурообразователей отечественного производства, их высокая стоимость, зависимость производителей от иностранных поставщиков диктует необходимость вовлечения в технологический цикл производства десертной продукции крахмала, являющегося доступным сырьем регионального значения. Вместе с тем крахмал, обладающий широким спектром технологических свойств – способностью к загущению и студнеобразованию, переменной температурой желатинизации, нейтральным вкусом и запахом, – в технологии десертной продукции используется крайне редко. Это обусловлено нестабильностью его свойств в процессе хранения, склонностью к ретроградации, которая усиливается в присутствии сахара – одного из основных ингредиентов десертной продукции.

В связи с вышеизложенным целью настоящих исследований явилась разработка научно обоснованной технологии десертной продукции эмульсионного типа с новыми потребительскими свойствами многофункционального назначения и пролонгированным сроком хранения с использованием стабилизационных систем на основе крахмала.

Результаты исследований и их обсуждение

Информационные исследования свидетельствуют, что диапазон технологических свойств крахмала может быть существенно расширен в ходе его целенаправленной мо-

дификации. Приоритетным при этом является возможность регулировать структурно-механические свойства крахмальных клейстеров, получать системы, характеризующиеся более высокой растворимостью, устойчивостью к ретроградации и синерезису. Одним из путей решения поставленной задачи является модификация его свойств в ходе кислотной гидротермообработки. Следует отметить, что путем варьирования технологических факторов – видом и концентрацией кислоты, температурой и продолжительностью гидролиза – можно получать системы, функционально-технологические свойства которых существенно шире по сравнению с аналогичными показателями нативного крахмала.

В работе для гидролиза крахмала использовали соляную кислоту, которая характеризуется максимальной константой гидролиза ($K=100$). Концентрация кислоты, выраженная в долях ее молярного раствора, принята $0,04$ М с учетом органолептических показателей исследуемых систем. Гидролиз крахмальных дисперсий осуществляли при температуре 100 °С, что позволяет контролировать температуру и осуществлять технологический процесс в производственных условиях без привлечения специализированного оборудования. Продолжительность гидролиза установлена эмпирическим путём.

Для установления качественного состава крахмальных гидролизатов использовали метод определения молекулярно-массового распределения (далее ММР) полисахаридов ультрацентрифугированием в градиенте плотностей солей NaCl. Изучение ММР позволяет определить молекулярные массы и процентное содержание каждой фракции [2].

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в процессе кислотного гидролиза происходит изменение ММР препаратов картофельного и кукурузного крахмала. Исследование образцов нативного крахмала показало, что в их составе преобладают фракции с молекулярной массой $(1...2)\times 10^6$ и $>2\times 10^6$, удельный вес которых составляет для картофельного и кукурузного крахмала $(88,3\pm 2,5)$ % и $(81,0\pm 2,5)$ % соответственно.

В процессе гидролиза наблюдается накопление фракций с более низкой молекулярной массой при одновременном снижении доли высокомолекулярных фракций. Так, спустя (60×60) с) гидролиза (именно эти образцы характеризуются наиболее высокими показателями эмульгирующей способности) наблюдается полное исчезновение фракций с молекулярной массой $>2\times 10^6$ (в нативном крахмале на ее долю приходится (36 ± 1) %), уменьшение высокомолекулярных фракций с молекулярной массой $(1...2)\times 10^6$ более чем в 4,6 раза. При этом следует отметить накопление фракций с молекулярной массой $(2...7)\times 10^4$, суммарный удельный вес которых составил (72 ± 1) % для картофельного и (74 ± 1) % для кукурузного крахмала. Можно предположить, что присутствие в гидролизованном крахмале декстринов с молекулярной массой $(2...7)\times 10^4$ положительно сказываются на процессе образования эмульсии.

Использование крахмала в качестве функционального ингредиента в технологии десертной продукции с эмульсионной структурой определяет необходимость изучения его эмульгирующих и стабилизирующих свойств. С учетом выявленных закономерностей изменения структурно-механических свойств крахмальных дисперсий при гидролизе объектами исследования являлись крахмальные клейстеры с концентрацией от 1 до 10 %, крахмальные гидролизаты (концентрация крахмала – 10 %, время гидролиза – $(30...90)\times 60$ с), системы крахмальный клейстер (3 и 10 %) – гидролизат (1...5 %).

Предварительными исследованиями установлено, что в интервале исследуемых концентраций (5 и 10 %) крахмальные клейстеры характеризуются различной эмульгирующей способностью. Так, точка инверсии колеблется от $(8\pm 0,5)$ (минимальная точка инверсии для кукурузного крахмала до $(27\pm 0,5)$ (максимальная точка инверсии для картофельного крахмала). Максимальная эмульгирующая способность как для картофельного, так и для кукурузного крахмала приходится на интервал концентрации от 3 до 4 %. При этом следует отметить, что эмульсии, полученные на основе крахмальных клейстеров, образуются не за счет реали-

зации поверхностно-активных свойств крахмальных полисахаридов (они не обладают поверхностной активностью), а путем механического диспергирования жировой фазы и удерживания ее за счет вязкости дисперсионной среды.

Изучены эмульгирующая способность (рисунок 1) и устойчивость эмульсий на основе систем крахмальный клейстер–гидролизат (рисунок 2).

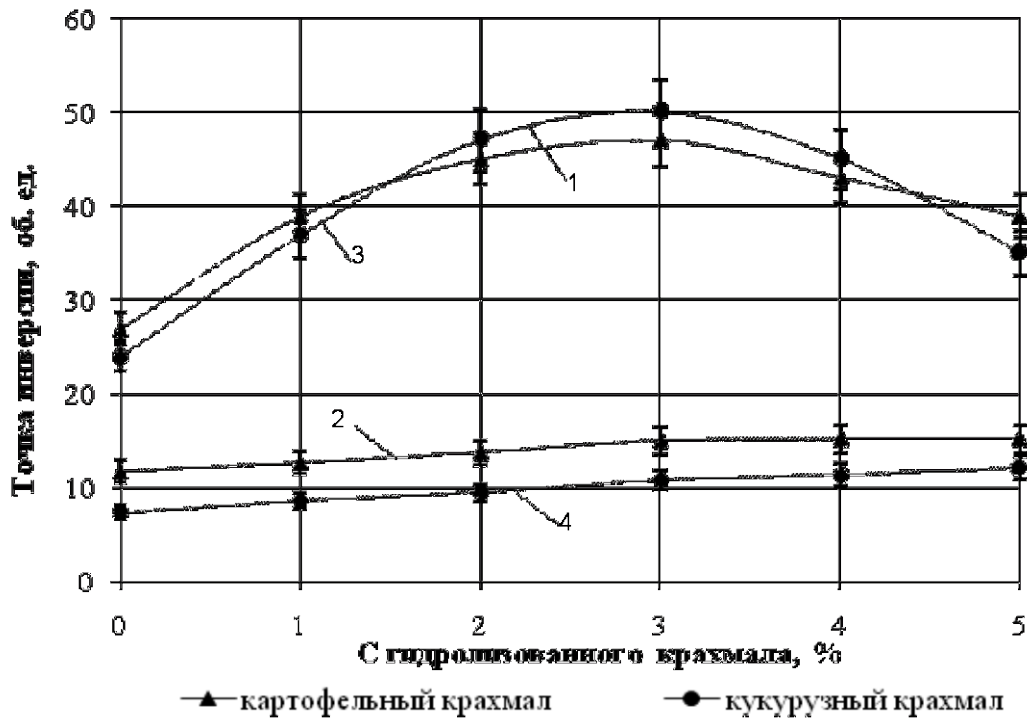
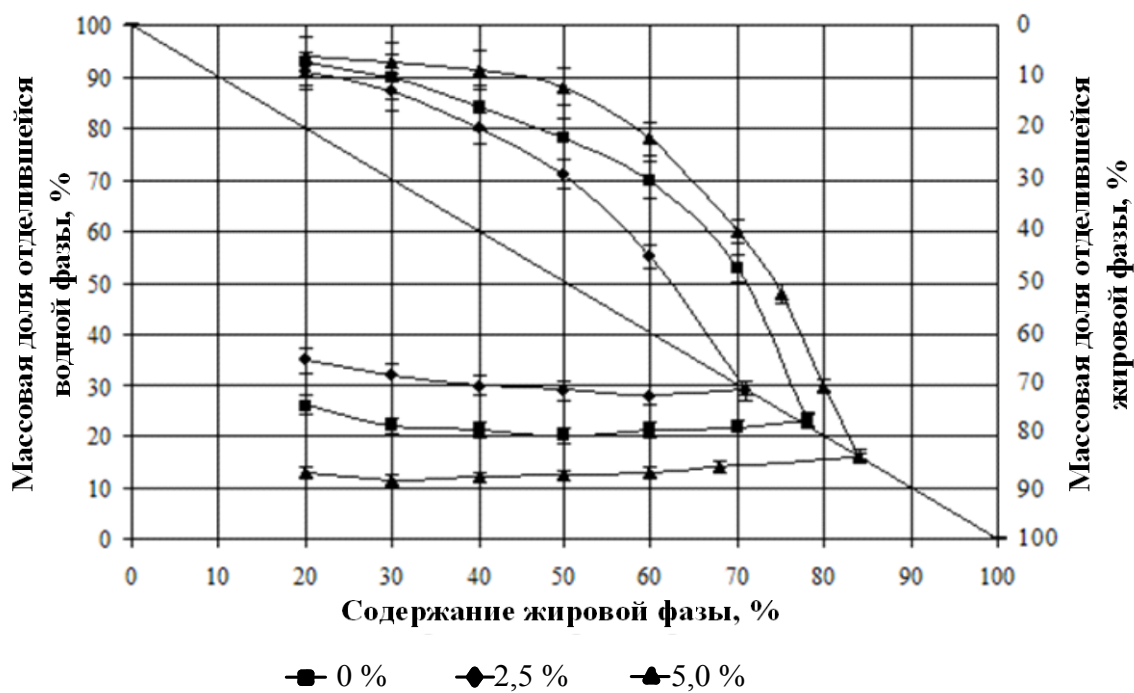


Рисунок 1 – Зависимость точки инверсии фаз (Т) систем крахмальный клейстер–гидролизат от концентрации (С) гидролизованного крахмала: 1, 2 – 3 %; 2, 4 – 10 %

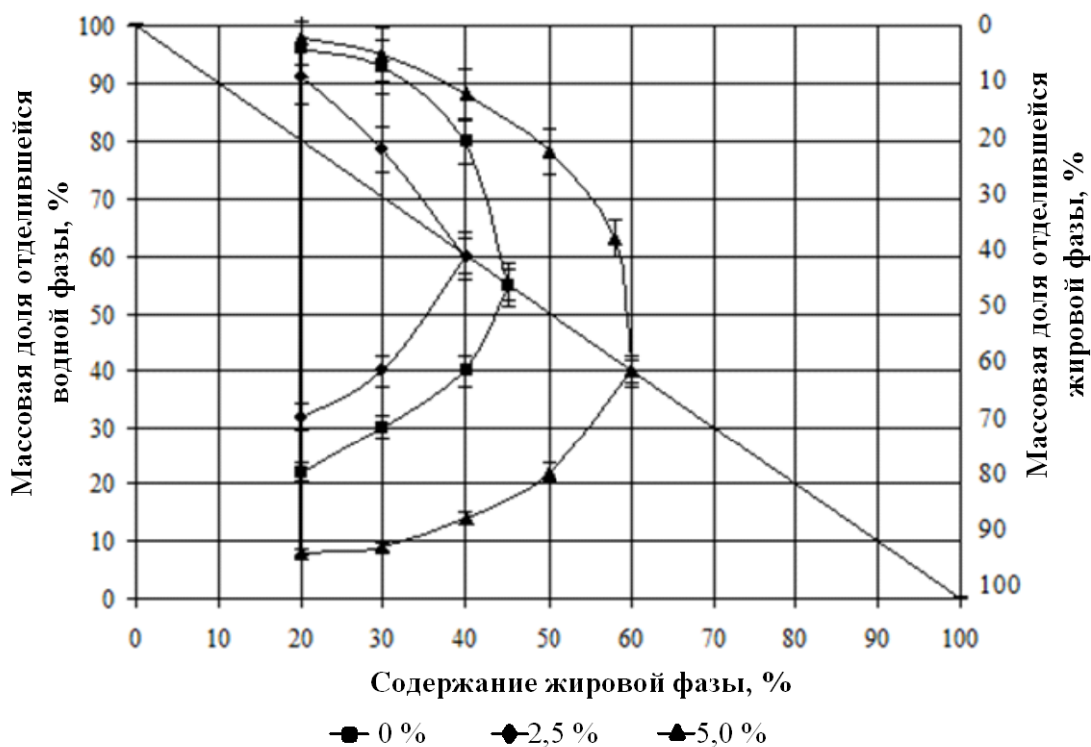
Выявлено, что эмульгирующая способность низкоконцентрированных крахмальных клейстеров 3 %-ной концентрации (рисунок 1, кривые 1, 3) в зависимости от доли гидролизованного крахмала (от 1 % до 5 %) увеличивается от 1,4 до 1,7 раза для картофельного и от 1,5 до 2,1 раза для кукурузного крахмалов. При этом максимальная эмульгирующая способность приходится на интервал концентрации гидролизованного крахмала от 2 до 4 %, жироемкость эмульсии при этом составляет от $(81 \pm 2) \%$ до $(83 \pm 2) \%$. Следует отметить, что при прочих равных условиях системы крахмальный клейстер–гидролизат, полученные на основе кукурузного крахмала, характеризуются более высокими показателями эмульгирующей способности.

Несколько иная картина характерна для высококонцентрированных крахмальных клейстеров. В ходе проведенных исследований обнаружено, что эмульгирующая способность систем крахмальный клейстер (10 %) – гидролизат (рисунок 1, кривые 2, 4) в зависимости от концентрации гидролизованного крахмала увеличивается от 1,3 до 1,4 раза, однако жироемкость эмульсий при этом составляет от $(40 \pm 1) \%$ до $(60 \pm 1) \%$.

Величиной, позволяющей судить о стабильности эмульсий, полученных на основе систем крахмальный клейстер–гидролизат, является удельный объем (V) устойчивой фазы, т.е. отношение устойчивой фазы, соответствующей J_1 или J_2 , к эталонному объему (V_0). По нашему мнению, эталонный объем однозначно определить сложно, поэтому в качестве модели под эталонным объемом мы понимали возможный максимальный объем, соответствующий кинетической и агрегатной устойчивости при изменении параметров в заданной области [3].



а) картофельный крахмал



б) кукурузный крахмал

Рисунок 2 – Диаграмма стабильности эмульсий на основе систем крахмальный клейстер (10 %)–гидролизат в зависимости от концентрации гидролизованного крахмала

При графическом изображении на плоскости зоны устойчивости фаз мы использовали метод сплайновой аппроксимации, который предполагает, что аппроксимирующая кривая про-

ходит через эмпирические точки (узлы функции). Такая модель не учитывает вероятностную природу получения экспериментальных данных. При количественном описании технологии необходимо получить поверхность отклика в четырехмерном пространстве: $F=F(C_{кр}, C_{гидр}, C_{ж})$. При анализе устойчивости дисперсных фаз изучаемых систем нами было установлено, что в области изменения концентраций основных параметров форма связи имеет параболический вид.

Результаты статистического анализа с достаточной адекватностью (погрешность не превышает 5 %) позволили определить, что форма поверхности отклика агрегативной и кинетической устойчивости адекватно описывается параболоидом вращения вокруг воображаемой оси раздела фаз. Сечение описывается зависимостью

$$F = \alpha + \beta C_{ж} + \gamma C_{ж}^2, \quad (1)$$

где α, β, γ – коэффициенты функции вида крахмала и концентрация гидролизата;
 $C_{ж}$ – концентрация жировой фазы.

Изучение стабильности эмульсий на основе систем крахмальный клейстер–гидролизат (рисунок 2) позволило выявить следующую закономерность: системы крахмальный клейстер–гидролизат независимо от концентрации последнего характеризуются более высокими показателями стабильности.

Проведенные исследования продемонстрировали, что, независимо от вида крахмала и его концентрации, увеличение концентрации гидролизованного крахмала сопровождается повышением как агрегативной, так и кинетической устойчивости. Так, для систем крахмальный клейстер (3 %)–гидролизат (5 %) на основе картофельного крахмала при жироемкости 50 % доля отслоившейся жировой фазы составляет $(11,0 \pm 0,5)$ %, водной – $(19 \pm 0,6)$ %, в то время как для крахмального клейстера 3 %-ной концентрации эти значения составляют (30 ± 1) % и (32 ± 1) % соответственно.

Эмульсии, полученные при прочих равных условиях (концентрации гидролизованного крахмала, жироемкость) на основе крахмальных клейстеров 10 %-ной концентрации, характеризуются более высокой стабильностью. Сравнительный анализ результатов исследований показывает, что максимальной стабильностью характеризуются эмульсии на основе систем крахмальный клейстер (10 %)–гидролизат (5 %). При этом при жироемкости от 20 % до 30 % доля неразрушенной эмульсии для систем на основе картофельного крахмала составляет (80 ± 1) %, кукурузного – (92 ± 1) %.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что системы крахмальный клейстер–гидролизат по сравнению с крахмальным клейстером и гидролизатом характеризуется новыми свойствами, а именно: высокими показателями эмульгирующей способности, позволяющей получать эмульсии с содержанием жира от 10 до 83 %; высокими показателями стабильности, при которых доля неразрушенной эмульсии составляет от (80 ± 1) % до (92 ± 2) %.

В связи с тем, что ассортимент продуктов, которые могут выполнять роль эмульгатора достаточно широкий – яйцопродукты, сливки, сыворотка и др., а проблематичным является именно процесс стабилизации эмульсионной структуры, то в технологии десертной продукции целесообразно использовать композицию крахмальный клейстер–гидролизат в качестве стабилизационной системы [4].

Определены технологические параметры производства и рецептурный состав десертной продукции эмульсионного типа [5]. Технология производства десертной продукции предусматривает на первом этапе образование эмульсии путем механического диспергирования жировой смеси, в состав которой входят масла – кукурузное (80–90 %) и пальмоядровое (10–2 %), а на втором этапе ее стабилизацию, что достигается введением стабилизационной системы на основе кукурузного крахмала. В качестве вкусовых наполнителей, использование которых позволяет формировать ассортимент продукции и регулировать пищевую ценность

использованы фрукты или овощи и какао-порошок в количестве от 16 % до 20 % и от 1,5 % до 2,0 % соответственно к массе готовой продукции.

Заключение

Показана целесообразность использования систем крахмальный клейстер–гидролизат в качестве стабилизатора эмульсионной структуры десертной продукции. Выявлены закономерности изменения структурно-механических свойств крахмальных клейстеров, продуктов их гидролиза, систем крахмальный клейстер–гидролизат в зависимости от технологических факторов. Определены технологические параметры получения кинетически и агрегативно стабильных эмульсий на основе систем крахмальный клейстер–гидролизат, что позволило разработать технологические параметры производства и рецептурный состав десертной продукции эмульсионного типа многофункционального назначения и пролонгированным сроком хранения.

Литература

- 1 Григорович, Н.В. Обезжиренный функциональный десерт для общественного питания [Текст] /А.С. Антипова, Л.Е. Поликарпов, М.Г. Семенова, Д.В. Моисеенко, Б.А. Баранов//Пищевая промышленность. – 2011. – № 3 – С. 42–43.
- 2 Голубев, В.Н. Функциональные свойства пектинов и крахмала [Текст] /В.Н. Голубев, С.Ю. Беглов, А.В. Поджуев //Пищевые ингредиенты: сырье и добавки, – 2000. – № 1. – С. 14–18.
- 3 Клавер, Ф. Эмульгаторы в пищевой промышленности [Текст] / Ф. Клавер // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2000. – № 9–10. – С. 34–35.
- 4 Яковлев, Е.А. Влияние рецептурных компонентов на качество кремов на основе растительных масел [Текст] // Кондитерское производство. – 2011. – № 2. – С. 24–25.
- 5 Ильина, И.Л. Практические аспекты технологий производства комбинированных молочных продуктов [Текст] / И.Л. Малинина, А.А. Мухин // Пищевая промышленность. – 2001. – № 2. – С. 22–23.

Поступила в редакцию 06.12.2016