

угле взаимного расположения дебалансов, равным 0°) или одного знака (при угле взаимного расположения дебалансов, равным 180°).

Выводы

Расположение центра тяжести между дебалансами позволило значительно расширить область варьирования амплитуды вертикальных колебаний, так как ее изменение достигается изменением возмущающих моментов от обоих дебалансов, а не от одного — нижнего, как это осуществляется при расположении центра тяжести в плоскости верхнего дебаланса. Благодаря этому снижены массы дебалансов, что уменьшило динамические нагрузки на подшипники механизма вибратора. Снижение масс дебалансов, в свою очередь, позволило уменьшить габариты и массу механизма вибратора и, как следствие, массу колеблющейся части в целом.

Литература

1. Гончаревич И.Ф. Вибрационная техника в пищевой промышленности / И.Ф. Гончаревич, Н.Б. Урьев, М.А. Талейсник. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 280 с.
2. Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
3. Заика И.М. Вибрационные зерноочистительные машины. – М.: Машиностроение, 1967. – 144 с.
4. Петрусов А.И. Зерноперерабатывающие высокочастотные вибрационные машины. – М.: Машиностроение, 1975. – 40 с.

УДК 665.37.03.047:66.061.5.23 (088.8)

РАЗРАБОТКА ЛИНИИ ПРОЦЕССА СУШКИ ФОСФАТИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ

Алтайұлы С., канд. техн. наук, доцент

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Разработана линия процесса сушки фосфатидных концентратов с применением новой конструкции ротационно-пленочного аппарата непрерывного действия, позволяющий сокращать энергозатраты с сохранением качественными показателями конечного продукта.

A line of the drying process phosphatidic concentrates using a new design rotary-film apparatus continuous, reduces energy consumption with preservation of quality indicators of the final product.

Ключевые слова: фосфатидные концентраты, процесс сушки, ротационно-пленочный аппарат.

Подсолнечное масло по химическому составу, представлено в основном триацилглицеринами (триглицеридами), сопутствующими веществами и не жировыми примесями, в зависимости от природы исходного жирового сырья и способа извлечения продукции. Виды подсолнечного масла, полученного холодным и горячим прессованием, методом экстракции из одного и того же сырья существенно отличаются не только по составу, но и по внешнему виду. Это обусловлено тем, что исходный материал, а также масло в зависимости от технологических приемов извлечения, подвергается тепловому и механическому воздействию, действию кислорода воздуха и воды, что приводит к изменению состава триацилглицеринов и веществ им сопутствующих. Состав извлекаемых масел и жиров может колебаться в достаточно широких пределах, что отражается на показателях качества и их свойствах.

Механизм процесса гидратации, протекающий в масле при внесении в него воды, обусловлен коллоидной природой фосфолипидов, растворенных в масле. В результате химического взаимодействия с водой фосфолипиды переходят в нерастворимый в масле осадок. На поверхности каплей воды, внесенных при гидратации в масло, возникает липидный слой из фосфолипидов и триацилглицеринов. Молекулы фосфолипидов, обладающие большей гидрофильностью, диффундируют из объема масла к этой поверхности и постепенно вытесняют триацилглицерины, насыщая слой на поверхности капли. Особое значение при гидратации имеет количество введенной воды – гидратирующего агента. При малых ее количествах на поверхности капли образуется насыщенный поверхностный слой, состоящий в основном из молекул фосфолипидов, благодаря ориентации их полярных групп к водной фазе. При этом вода удерживается в объеме масла. Термодинамическая устойчивость такой системы обуславливает отсутствие агрегации и выпадения в осадок фосфолипидов.

С увеличением в системе количества воды при соотношении фосфолипиды: вода (1:0,5–1:5) в образовании поверхностных слоев одновременно с фосфолипидами участвуют и молекулы триацилглицеринов, т.е. образуются смешанные поверхностные слои. Максимум энергии такого взаимодействия в указанных слоях обнаруживается при соотношении фосфолипиды: триацилглицерины – 70:30. В результате этого формируется термодинамическая неустойчивая система, происходит коагуляция фосфолипидов, система разделяется на две фазы (масло и фосфолипидная эмульсия). Эффективность гидратации зависит от способности тех или иных групп фосфолипидов участвовать в образовании смешанных поверхностных слоев (фосфолипиды-триацилглицерины) на границе с водой.

Сопутствующие вещества, как и триацилглицерины, являются составными частями растительных клеток, извлекаются из масличного сырья вместе с триацилглицеринами за счет их высокой растворимости в них. Данная группа веществ присутствует в маслах в небольших количествах, которая, однако, существенно влияет на свойства жировых продуктов. Например, фосфолипиды, стерины, токоферолы и другие вещества повышают физиологическую ценность масла, а свободные жирные кислоты и госсипол снижают его качество.

Сопутствующие вещества растительных масел условно разделяют на две группы: образующиеся и накапливающиеся в семенах в процессе их созревания и переходящие в масло при его извлечении; вещества, образующиеся в семенах и масле в результате неблагоприятных условий хранения под воздействием технологических факторов (высокая температура, влага, кислород воздуха) при извлечении масла или его переработке.

К первой группе относят фосфорсодержащие вещества (фосфолипиды), пигменты (каротин, ксантофилл, госсипол, хлорофилл и др.), воски (восковые вещества), жирорастворимые витамины (А, Е, D, К), стеролы (стероиды), вещества, определяющие вкус и запах, свободные жирные кислоты, соединения типа гликолипидов, гликопротеины, фосфопротеиды и др.

Вторая группа включает продукты окислительной порчи (оксисоединения, альдегиды, кетоны, низкомолекулярные жирные кислоты и др.), продукты термического и гидролитического превращения, триацилглицерины и сопутствующие вещества (жирные кислоты, продукты полимеризации).

В семенах масличных культур при производстве растительных масел под действием воды и тепла молекулы белковых веществ переходят из глобулярной в фибриллярную форму с вскрытием гидрофобных групп, то есть происходит гидрофобизация белка. При нагревании влажной мятки эффект от повышения пластичности снижается за счет процесса денатурации белков. Изменение в процессе влаготепловой обработки претерпевают и вещества, сопутствующие маслам. Фосфолипиды, находящиеся в семенах масличных культур в связанном с белковым веществом состоянии, частично теряют эту связь, часть из них переходит в растительное масло.

Фосфолипиды представляют собой наиболее сложную и ценную группу полярных липидов. В масличных семенах они локализованы преимущественно в нежировой фазе в свободном и связанном с белками и углеводами состоянии. В зависимости от способов и режимов получения растительных масел степень извлечения фосфолипидов из масличного сырья составляет от 20 до 90 %. В состав фосфолипидов масличных культур входят глицерофосфолипиды.

Гидратация фосфолипидов представляет собой завершающий этап в технологии производства растительных масел, так как гидратированные масла устойчивы к хранению и транспортированию. При гидратации подсолнечного масла извлекаются фосфолипиды в виде самостоятельного физиологически ценного продукта. Гидратации подвергают только свежеработанные непосредственно на маслодобывающих предприятиях масла, и этот процесс является важнейшим этапом при последующей рафинации и дальнейшей переработке растительных масел.

Фосфолипиды составляют наиболее сложную и ценную группу полярных липидов, сопутствующих триацилглицеринам. Они присутствуют в маслах сравнительно в небольших количествах, но благодаря своей активности существенно влияют на товарный вид масла и его технологические свойства. Фосфолипиды не устойчивы в нерафинированном масле, содержащем даже незначительное количество влаги (0,1-0,2 %), и при его хранении частично отделяются, образуя осадок. На тех стадиях рафинации, где используется вода или водные растворы, они стабилизируют эмульсии, в результате чего возникают трудности при разделении фаз. Все это вызывает необходимость извлекать фосфолипиды из нерафинированного масла перед его дальнейшей переработкой.

Учитывая высокие физиологические и пищевые достоинства фосфолипидов, а также их широкое применение в различных отраслях промышленности, предусматривается извлечение фосфолипидов с целью производства самостоятельного продукта (фосфатидных концентратов) из подсолнечного масла.

Традиционная технология проведения гидратации включает следующие основные этапы:

— смешивание масла с умягченной водой (температуру процесса и количество воды определяют в зависимости от природы масла и его качества);

- выдерживание смеси масло-вода для обеспечения процесса коагуляции фосфолипидов;
- разделение образовавшихся фаз (гидратированное масло—фосфолипидная эмульсия);
- высушивание гидратированного масла и получение товарного продукта;
- высушивание фосфолипидной эмульсии, получение фосфатидного концентрата или подсолнечных пищевых фосфолипидов (если гидратации подвергаются свежесырьевые масла для получения фосфатидного концентрата, фосфатидную эмульсию высушивают до влажности 1 %).

При необходимости предусматривают также удаление негидратируемых форм фосфолипидов.

Количество гидратирующего агента зависит от массовой доли фосфолипидов, их состава и структуры, и устанавливается с помощью пробной гидратации для каждой новой партии масла. Оптимальное количество гидратирующего агента по отношению к массовой доле фосфолипидов в масле составляет 1:1–1:2. Уменьшение количества агента приводит к неполной гидратации, а увеличение – к образованию стабильных эмульсий, что затрудняет разделение фаз.

Так как гидратация фосфолипидов протекает на границе раздела фаз вода-масло, то для обеспечения наибольшего эффекта, особенно на начальных этапах процесса, необходимо перемешивание. Оптимальный температурный режим гидратации зависит от природы масла, его качества и составляет 50 – 60° С. Гидратация протекает с выделением теплоты, поэтому при снижении температуры можно ожидать большей степени гидратации. Однако при этом возрастает вязкость масла, что затрудняет последующее разделение фаз. Проведение гидратации при температуре выше оптимальной приводит к ухудшению процесса из-за повышения растворимости фосфолипидов в масле.

При гидратации фосфатиды коагулируют в виде хлопьев, что обусловлено их коллоидно-гидрофильными свойствами. Масло с гидратированными хлопьями фосфатидов центрифугируется в сепараторах и отделившаяся фосфолипидная эмульсия, собирается в баке и насосом передается на высушивание для получения фосфатидного концентрата. Фосфолипидная эмульсия после гидратации подсолнечных масла в зависимости от применяемого способа имеет различный состав: (55-70) % влаги, (15-30) % фосфолипидов, (15-20) % масла.

Фосфолипидную эмульсию немедленно передают на высушивание до содержания влаги менее 1 %, в тонком слое при температуре (75-90) °С, при остаточном давлении 2,66 кПа, чтобы предотвратить возникновение и протекание гидролитических, окислительных и микробиологических процессов, и для увеличения срока хранения и улучшения качества готовых пищевых фосфатидных концентратов. Присутствие влаги определяет структурно-механические свойства фосфатидного концентрата. Только при влажности ниже 1 % концентрат имеет текучую консистенцию, что является весьма важным и позволяет значительно расширить область использования фосфатидных концентратов. Происходит отгонка части свободных жирных кислот и одорирующих веществ, в результате чего обеспечивается повышение качества полученного концентрата.

При обезвоживании фосфолипидной эмульсии происходят необратимые физико-химические, физико-механические и другие изменения в перерабатываемом продукте, что делает процесс сушки неэффективным. Несовершенство процесса сушки объясняется отсутствием научно-обоснованных режимов. С другой стороны, научно-обоснованный выбор режимов процесса сушки требует глубоких знаний о различных свойствах исследуемого продукта. Поэтому изыскание путей интенсификации и повышение качества готового продукта, а также разработка высокопроизводительных, простых по конструкции сушильных аппаратов является актуальной задачей.

Для высушивания фосфолипидной эмульсии используют горизонтальные цилиндрические или конические ротационно-пленочные сушильные аппараты.

Предлагаемый ротационно-пленочный аппарат [1–2], предназначен для проведения процесса выпаривания фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел. Он выполнен горизонтально расположенного корпуса с крышкой и обогреваемыми стенками, снабжен патрубками для подвода и отвода пара, и для ввода исходного и вывода готового продукта, расположенными соответственно в верхней и нижней частях корпуса, сепарационным отбойником тарельчатого типа и сепарационной камерой. Камера имеет патрубки для подсоединения к вакуумной системе, размещенной внутри корпуса и закрепленной на валах с помощью ротора в виде звездообразного полого барабана постоянного сечения с расположенными на его наружной поверхности лопастями. В зоне между лопастями и в дисках ротора в направлении перемещения обрабатываемого продукта выполнена перфорация.

Данная конструкция ротационно-пленочного сушильного аппарата позволяет реализовать способ нагрева и вакуумного выпаривания для обезвоживания фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел посредством следующей технологической линии включающая: непрерывнодействующий ротационно-пленочный сушильный аппарат с жесткозакрепленными лопастями ротора, трехступенчатый пароежекторный вакуум-насос, парогенератор, сборник конденсата, питательный насос, участок подачи исходной фосфолипидной эмульсии в аппарат, участок отгоняемой вакуумной системой испаряемой парогазовой смеси из фосфолипидной эмульсии, участок подачи греющего пара для обогрева корпуса аппарата, уча-

стков отвода конденсата из паровой рубашки корпуса аппарата в сборник конденсата, и отвода конденсата в парогенератор, участок слива из аппарата готового фосфатидного концентрата.

Пищевые подсолнечные фосфолипиды, полученные по описанному выше способу, соответствуют требованиям ТУ 9146-002-41947042-99 «Пищевой подсолнечный фосфатидный концентрат». Они обладают поверхностной активностью и антиоксидантными свойствами, оказывают благоприятное воздействие на липидный обмен, функциональное состояние печени, снижают гиперхолестеринемия, повышают антиоксидантный потенциал организма и широко применяются в кондитерской, хлебопекарной, комбикормовой, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Повышение пищевой ценности подсолнечных фосфатидных концентратов обусловлено следующими физиологическими функциями: они являются составной частью растительной или животной клетки; играют важную роль в строении клеточной оболочки, и активно участвуют в обмене жиров в организме человека. Фосфатиды резко ускоряют всасывание жиров, особенно высокоплавких, способствуют наиболее экономному использованию жиров и белков пищевого рациона [3].

Выводы

В результате исследования определены физические характеристики (плотность, вязкость, текучесть), теплофизические и электрофизические свойства фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел; обоснованы оптимальные рациональные режимы нагрева в процессе сушки фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел; разработаны математические методы описания процесса сушки фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел в ротационно-пленочном высокоэффективном сушильном аппарате; предложены расчетные зависимости для определения длительности процесса сушки, позволяющий получить конечный продукт с улучшенными показателями качества.

Разработана линия процесса сушки фосфатидных концентратов с применением новой конструкции ротационно-пленочного аппарата непрерывного действия, позволяющий сокращать энергозатраты на предприятиях масложировой промышленности.

Литература

1. Алтайулы, С. Интенсификация выпаривания фосфатидных эмульсий подсолнечных масел на ротационно-пленочном аппарате [Текст] / С. Алтайулы // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: в 3 т. Том I: Пищевая промышленность. Агропромышленный комплекс: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Челябинск, 11 декабря 2009 г. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – С. 19-22.
2. А.с. № 1722516 СССР. МКИ³ В01 D 3/30. Ротационно-пленочный аппарат [Текст] / С.А. Алтаев, К.Р. Репп, К.К. Кузембаев (СССР). – № 4775444/26; заяв. 20.11.89; опубл. 30.03.92, Бюл. № 12.– 4 с.: ил.
3. Арутюнян, Н.С. Фосфолипиды растительных масел. [Текст] / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.
4. Корнена, Е.П. Химический состав, строение и свойства фосфолипидов подсолнечного и соевого масел [Текст] / Е.П. Корнена. – Дис...д-ра техн. наук. – Краснодар, 1986.– 272 с.

УДК 664.6/7

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ОБЖАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Шевцов А.А., д-р техн. наук, профессор, Ткачев А.Г., соискатель, Острикова Е.А., студентка
Воронежская государственная технологическая академия

Разработаны конструкции обжарочных аппаратов, предназначенных для термической обработки зернового сырья и кофепродуктов. Особенностью конструкций является наличие движущихся формочек, вследствие чего продукт проходит зоны сушки, увлажнения и обжарки. Достоинствами аппаратов являются высокое качество получаемого продукта, значительная тепловая эффективность и высокая производительность.

Roaster constructions intended for raw grain and coffee product thermal treatment are developed. Construction peculiarity is a presence of moving moulds which results product to pass drying, moistening and