

характеристикам. Для обеспечения последних применяют ряд технологических мероприятий, а так же вводят в рецептуру продукта стабилизирующие консистенцию добавки, которые представляют, как правило, из себя смесь различных ингредиентов.

При составлении рецептур, отработки технологий, а так же производства данных продуктов в условиях непостоянного качества сырья, необходим контроль реологических свойств систем. Для этих целей применяются вискозиметры. Однако большинство представленных на рынке вискозиметров громоздки в использовании и не отвечают ряду необходимых требований по скорости получения данных и их дискретности.

В данный момент в рамках нашей работы ведется разработка вискозиметра позволяющего получать данные об изменении усилия сдвига в режиме реального времени с необходимой для этого частотой.

Это достигается за счет сопряжения прибора с ПК., что позволяет ускорить и автоматизировать получение результатов, проводить математическую обработку и документирование данных. Как один из самых перспективных способов сопряжения, выбрана шина USB, позволяющая подключать периферийные устройства, не выключая ПК и обеспечивающая возможность питания от него. Благодаря этому удешевляется стоимость прибора и упрощается работа с ним.

Программное обеспечение (ПО) позволяет получать, обрабатывать и предоставлять результаты в необходимом виде, а так же решает задачу интерфейса человека с ПК и с самим прибором, позволяя в дальнейшем использовать данный комплекс как одно из звеньев автоматизации контроля производства.

Кроме того в ПО в дальнейшем возможно включение баз данных по влиянию на реологические характеристики продуктов ряда распространенных стабилизирующих добавок или их смесей. Это позволит моделировать возможное изменение свойств систем при введении того или иного компонента, значительно ускоряя и облегчая процесс составления стабилизационных смесей для достижения необходимой консистенции продукта.

## **Совершенствование технологии производства биологически активных обезжиренных фосфолипидов**

Лобанов А.А., Константинов Е.Н.

*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар*

Наиболее актуальной проблемой, стоящей перед современным обществом, является сохранение здоровья людей. Один из способов ее решения состоит в повышении качества и биологической ценности продуктов питания путем использования пищевых биологически активных добавок (БАД). Перспективной биологически активной добавкой к продуктам питания являются обезжиренные фосфолипиды, получаемые путем экстракции масла и нежелательных примесей из фосфолипидных концентратов (ФК) селективными растворителями. Расширение потребления пищевых обезжиренных фосфолипидов в качестве БАД к продуктам питания ставит задачу повышения их качества и увеличения объемов выработки.

Учитывая сказанное, актуальным является совершенствование технологии производства пищевых БАД – обезжиренных фосфолипидов.

Наиболее распространенным способом получения пищевых обезжиренных фосфолипидов является периодическая четырехкратная экстракция масла и нежелательных примесей ацетоном из ФК [1]. Этой технологии присущи следующие недостатки, характерные для периодических процессов: высокий расход ацетона, большие энергозатраты на его регенерацию из низкоконцентрированных мисцелл и большие затраты времени на обезжиривание ФК.

На основании экспериментально полученных данных по равновесию и кинетике экстракции в системах «ФК – ацетон» и «частично обезжиренные фосфолипиды (ЧОФ) – ацетон» предложено проводить процесс обезжиривания ФК в две стадии [2, 3]. Первая – однократная экстракция масла из ФК ацетоном для получения твердой фазы ЧОФ. Вторая – противоточная экстракция масла ацетоном из ЧОФ.

Разработана математическая модель равновесия расслаивающейся трехкомпонентной смеси «фосфолипиды – масло – ацетон» для систем «ФК – ацетон» и «ЧОФ – ацетон». В связи с незначительной растворимостью фосфолипидов в мисцелле, нами выполнена декомпозиция задачи описания равновесия в этих системах на две задачи. Первая – описание растворимости фосфолипидов в наружной мисцелле. Вторая – описание равновесия между поровой мисцеллой ЧОФ и наружной мисцеллой без учета растворимости фосфолипидов в мисцелле с помощью по-

ровой адсорбционной модели равновесия «капиллярно-пористое тело – жидкость» [4]. Произведена идентификация поровой адсорбционной модели для этих двух систем, определены ее параметры:  $t_{12}$  – отражающий энергию взаимодействия молекул жидкой фазы между собой (масло–масло, масло–ацетон и ацетон–ацетон),  $t_a$  – отражающий энергию взаимодействия молекул жидкой фазы с центрами взаимодействия (ацетон–фосфолипиды и масло–фосфолипиды) и  $a$  – удельную поверхность взаимодействия, т. е. поверхность, отнесенную к общей поверхности всех молекул. Оптимальными параметрами модели для системы «ФК–ацетон», являются  $t_{12} = 4160$ ,  $t_a = 0,01$  и  $a = 0,025$ , а для системы «ЧОФ–ацетон» –  $t_{12} = 4160$ ,  $t_a = 0,005$  и  $a = 0,035$  [5].

Учитывая данные по кинетике экстракции масла из фосфолипидного концентрата, продолжительность процесса однократной экстракции масла из ФК принята равной 15 мин, так как практически равновесное состояние система «ФК – ацетон» достигает за 10 мин [3]. Разработана и реализована в виде программы для ПЭВМ математическая модель процесса однократной экстракции масла ацетоном из ФК, учитывающая равновесие и растворимость фосфолипидов в масляно-ацетоновой мисцелле.

Установлено, что размер частиц фосфолипидов, в отличие от традиционных масляных материалов, не является постоянной величиной, а зависит от степени их обезжиривания [2]. Это исключает возможность придания фосфолипидам устойчивой структуры, необходимой для осуществления процесса противоточной экстракции (гранулирование, лепесткование). Поэтому для противоточной экстракции масла из фосфолипидов не подходит абсолютное большинство традиционных конструкций экстракторов. Для ее осуществления выбран противоточный пульсационный экстрактор типа «труба в трубе» [6].

На основании экспериментально полученных данные по кинетике экстракции в системах «ФК – ацетон» и «ЧОФ – ацетон» [3] определены коэффициенты внутреннего массообмена; установлено, что практически равновесное состояние в этих системах достигается через 10 мин.

Разработаны и реализованы в виде программы для ПЭВМ математическая модель процесса противоточной экстракции масла из ЧОФ в пульсационном экстракторе типа «труба в трубе», которая учитывает как массопередачу от поровой мисцеллы фосфолипидов в наружную

мисцеллу фосфолипидной суспензии, так и массопередачу от последней в экстрагент.

В результате численного эксперимента по математической модели противоточной экстракции масла из ЧОФ определены размеры противоточного экстрактора типа «труба в трубе» (диаметры труб: наружной – 45x2,5 мм, внутренней – 32x2,5 мм; длина 120 м, линейная амплитуда пульсаций  $\delta_{\Pi} = 6,5 \cdot 10^{-4}$  м) и основные технологические параметры процесса.

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема усовершенствованного процесса получения пищевых обезжиренных фосфолипидов, включающая однократную экстракцию масла ацетоном из ФК для получения твердых ЧОФ и последующую их противоточную экстракцию в пульсационном экстракторе типа «труба в трубе».

Годовой экономический эффект от внедрения усовершенствованной технологии получения пищевых обезжиренных фосфолипидов составляет более 1,3 млн. руб при производительности по обезжиренным фосфолипидам 200 кг/сутки .

#### Литература:

1. Пат. RU 2061382 C1 6 A 23 D 9/90 Пищевой фосфолипидный продукт и способ его получения / авторы Бутина Е.А., Герасименко Е.О., Жарко М.В., Корнена Е.П., Кривенко В.Ф.
2. Лобанов А.А., Бутина Е.А., Черкасов В.Н., Константинов Е.Н. Особенности равновесия системы фосфолипидный концентрат - ацетон // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 4. – С. 64-67.
3. Лобанов А.А., Константинов Е.Н. Равновесные и кинетические закономерности процесса экстракции масла из фосфолипидного концентрата и частично обезжиренных фосфолипидов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 2-3. – С. 39-42.
4. Константинов В.Е. Математическое моделирование экстрагирования из маслосодержащего сырья и равновесия в системе капиллярно-пористое тело – жидкость. – Дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 2002. – 110 с.
5. Лобанов А.А., Константинов Е.Н., Корнена Е.П. Идентификация поровой адсорбционной модели для систем фосфолипидный концентрат – ацетон и частично обезжиренные фосфолипиды - ацетон // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 1. – С. 25-27
6. Алиев Р.З., Алиев А.З. Установка для экстрагирования в системе «твердое тело – жидкость» и способ экстрагирования в системе «твердое тело – жидкость». А.с. СССР № 548290, В 01 D 11/12, 1976. Б.И., 1977, № 8.