

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГИДРАТАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

М.П.Асмаев, Б.П.Лоза, В.Н.Дубров

Кафедра автоматизации, Краснодарский политехнический институт, Московская 2, 350670 Краснодар, СССР

РЕЗЮМЕ

Оперативное управление качеством процесса гидратации растительных масел возможно сравнением кислотного числа гидратированного масла после разделения фаз и кислотного числа нерафинированного масла, поступающего на гидратацию. Наименьшее кислотное число гидратированного масла соответствует наиболее полной степени выведения фосфолипидов.

Operative control of the process of vegetable oils hydration is possible by comparing an acid value of unrefined oil with an acid value of hydrated oil after phases separation. The least acid value of hydrated oil corresponds to the largest extent of phospholipids extraction.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время не существует быстрых и надежных способов определения в растительном масле одного из его основных показателей качества — фосфолипидов, которые являются ценным пищевым продуктом. Существующие методы их определения являются очень длительными и громоздкими. В связи с этим система автоматизированного управления оперативного определения достижения конечной цели процесса гидратации, т.е. максимально возможного выведения фосфолипидов, не имеет практической реализации. Поэтому особое значение приобретают методы косвенного определения фосфоросодержащих веществ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследование процесса гидратации растительных масел с целью его последующей автоматизации велось в двух направлениях: создание его математической модели и отыскания косвенных показателей качества.

Процесс гидратации представляет собой процесс адсорбции фосфолипидов находящихся в масле, которые являются поверхностно-активными веществами, адсорбирующихся на границе раздела фаз — каплях воды (Арутюнян Н.С., 1985). Для построения математической модели использовались следующие допущения: в коагуляторе осуществляется идеальное перемешивание. Это означает, что среднее время пребывания капелек воды в коагуляторе, средняя величина адсорбции, распределение времени пребывания и величина адсорбции на каплях воды фосфолипидов, не зависят от координат и все эти величины статистически не зависят друг от друга. Для описания кинетики массообмена в коагуляторе используем уравнение массопередачи вида:

$$\frac{d\Gamma}{dt} = K(C^{\omega} - C^{\omega*}) \quad (1)$$

где Γ - средняя по капле воды адсорбция фосфолипидов во всем объеме водной фазы; K - коэффициент массопередачи; t - время; C^{ω} - концентрация фосфолипидов в масле; $C^{\omega*}$ - равновесная концентрация фосфолипидов. Материальный баланс фосфолипидов в масле в элементарном объеме имеет вид:

$$\Delta X S \varepsilon \frac{\partial C^{\omega}(x;t)}{\partial t} = G_M [C^{\omega}(x;t) - C^{\omega}(x+\Delta X;t)] - q \quad (2)$$

где ΔX - элементарный объем коагулятора; S - площадь коагулятора; ε - доля объема занятая маслом; G_M - расход нерафинированного масла в коагулятор; q - количество фосфолипидов адсорбированных в единицу времени. Одна капля воды массой m_k за единицу времени поглощает количество фосфолипидов равное $m_k K [C^{\omega}(x;t) - C^{\omega*}]$. Поскольку для разных капель величина адсорбции фосфолипидов разная усредним ее, обозначив $C^{\omega}(t) = \overline{m_k C^{\omega*}}$, где $\overline{}$ - знак математического ожидания. Переходя ко всему объему коагулятора, сократив на ΔX , G_M и выростая q через $M_B K [C^{\omega}(x;t) - C^{\omega*}]$, где M_B - масса всей воды в коагуляторе, получаем:

$$\frac{E S H}{G_M} \frac{\partial C^{\omega}}{\partial t} = - \frac{\partial C^{\omega}}{\partial x} - \frac{M_B K}{G_M} (C^{\omega} - C^{\omega*}) \quad (3)$$

Решив это уравнение относительно C^{ω} и обозначив $\alpha = K M_B / G_M$ получим:

$$C_{\text{вых}}^{\omega}(t) = C_{\text{вх}}^{\omega}(t) e^{-\alpha(t)} + [1 - e^{-\alpha(t)}] \bar{C}^{\omega}(t) \quad (4)$$

$C_{\text{вх}}^{\omega}$ и $C_{\text{вых}}^{\omega}$ концентрации фосфолипидов соответственно в нерафинированном и гидратированном масле. Выведем теперь уравнение материального баланса для фазы воды. Скорость изменения $M_B \Gamma$ можно представить:

$$\frac{dM_B \Gamma}{dt} = G_B \Gamma_{\text{вх}} - G'_B \Gamma_{\text{вых}} + q \quad (5)$$

где G'_B - количество воды покидающей элементарный объем; $\Gamma_{\text{вх}}$ и $\Gamma_{\text{вых}}$ - адсорбция фосфолипидов на каплях воды на входе и выходе коагулятора. Учитывая начальные условия и произведя преобразования получаем уравнение (5) в виде:

$$M_B \frac{d\Gamma_{\text{вых}}}{dt} = G_B (\Gamma_{\text{вх}} - \Gamma_{\text{вых}}) + M_B K (C_{\text{сп}}^{\omega} - C^{\omega}) \quad (6)$$

Полученная балансовая математическая модель (4) и (6) представлена на рисунке I и описывает изотерму адсорбции Ленгмюра в ли-

нейной области.

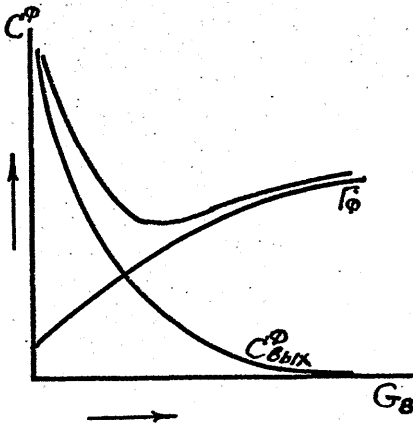


Рисунок 1. Процесс гидратации фосфолипидов растительных масел при различном соотношении нерафинированного масла и воды.

Как видно из рисунка 1 кривая изменения массовой доли фосфолипидов в масле имеет минимум при определенном соотношении масло:вода (для каждого вида и типа масла свое соотношение). Адекватность модели проверялось на основании лабораторных опытов. Динамика процесса гидратации исследовалась по его математической модели. Были получены передаточные функции по основным каналам, а также их весовые функции, определены постоянные времени и коэффициенты передачи (рисунок 2). Так например передаточная функция по каналу управления расход воды на гидратацию - содержание фосфолипидов в гидратированном масле $W_{11} = \frac{0,194}{20,2p + 1}$;

по каналу возмущения: $W_{32} = 0,2 + \frac{0,79}{20,2p + 1}$;
и т.д. $W_{12} = 1,6; W_{21} = \frac{0,13}{20,2p + 1}$;

$$W_{22} = \frac{0,2}{20,2p + 1}; W_{31} = \frac{0,497}{20,2p + 1}; W_{41} = \frac{0,0067}{20,1p + 1}; W_{42} = \frac{0,01}{20,2p + 1}$$

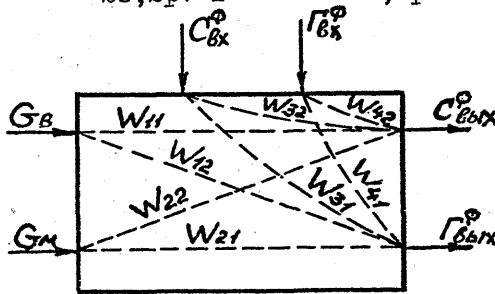


Рисунок 2. Структурная схема динамических связей между основными каналами процесса гидратации растительных масел.

Нерафинированное масло поступающее на гидратацию можно представить как (Асмаев М.П., 1987):

$$m_M = m_r + m_{ск} + m_{\phi} + m_{\phi}^* \quad (7)$$

где m_M - масса нерафинированного масла; m_r и $m_{ск}$ - масса глицеридов и свободных жирных кислот; m_{ϕ} - масса фосфолипидов удаляемых в процессе гидратации; m_{ϕ}^* - остаточное содержание в масле фосфолипидов после гидратации. Масса других сопутствующих веществ масла мало и мы ею пренебрегаем. Разделив правую и левую част-

ти уравнения (7) на получим:

$$1 = \frac{m_r}{m_M} + \frac{m_{ск}}{m_M} + \frac{m_{\phi}}{m_M} + \frac{m_{\phi}^*}{m_M} \quad (8)$$

Слагаемые $\frac{m_{ск}}{m_m} + \frac{m_{ф}}{m_m} + \frac{m_{ф}'}{m_m}$ можно определить как кислот-

ность нерафинированного масла K_m (т.к. фосфолипиды имеют кислые формы, которые титруются также как и жирные кислоты). В процессе гидратации из масла удаляются гидратируемые формы фосфолипидов вместе с сорбированными на них жирными кислотами. Между кислотностью масла K_m и его кислотным числом существует линейная зависимость: $K_m = 2K_n$, где K_n кислотное число масла, а 2 постоянный коэффициент. Если считать, что изменение массы масла в процессе гидратации не происходит (изменение массы составляет около 2%), то уравнение изменения кислотного числа масла в процессе гидратации можно записать:

$$\Delta K_m = 2 \left[\frac{m_{ф}}{m_m} + \left(\frac{m_{ск}}{m_m} - \frac{m_{ск}'}{m_m} \right) \right] \quad (9)$$

где m_m' - масса гидратированного масла; $m_{ск}'$ - масса свободных жирных кислот этого масла. Таким образом, из (9) видно, что между изменением кислотного числа масла и изменением содержания в нем фосфолипидов в процессе гидратации имеется линейная зависимость.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменение кислотного числа масла в процессе гидратации может быть использовано для управления процессом. Полученная зависимость была проверена опытным путем по данным лабораторных исследований и данных маслосектрационных заводов Краснодарского края. Коэффициент корреляции составляет 0,93. В тоже время изменение кислотного числа масла в процессе гидратации имеет вид представленный на рис.1.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты подтверждают адекватность математической модели процесса гидратации и позволяют предложить метод оптимального оперативного управления процессом гидратации растительных масел с контролем по косвенному признаку - кислотному числу гидратированного масла (рисунок 3). Кислотное число гидратированного масла после разделения фаз, измеряется датчиком (1) (автоматический титрометр с дистанционной передачей показаний или другое устройство). Сигнал с него поступает на микро-ЭВМ (2), которая формирует задание управления регулятору соотношения расходов (3), воздействующего на исполнительный механизм (4). Исполнительный механизм расположен на линии гидратирующего агента.

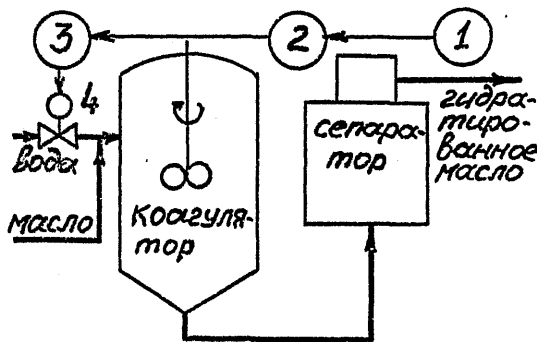


Рисунок 3. Автоматизированная система оптимального управления качеством гидратированного масла.

В результате работы такого устройства находят минимум кислотного числа гидратируемого масла, который соответствует наиболее полному выведению из него фосфолипидов. Поиск минимума кислотного числа масла осуществляется непрерывно и не зависит от типа масла и его качественных показателей.

ВЫВОДЫ

На основании математического моделирования процесса гидратации растительных масел, лабораторных исследований и производственных испытаний можно сделать следующие выводы:

- гидратация многомерный объект с перекрестными связями;
- постоянная времени составляет 20,2 сек;
- возможно оперативное оптимальное управление качеством гидратированного масла используя сравнение кислотного числа гидратированного масла после разделения фаз. Кислотное число гидратированного масла соответствующее наиболее полному выведению из него фосфолипидов в процессе гидратации должно быть минимально.

ВЫРАЖЕНИЕ БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность кафедре технологии жиров Краснодарского политехнического института за большую помощь в исследовании процесса гидратации.

ЛИТЕРАТУРА

- Арутюнян Н.С., Аришева Е.А., Янова Л.И., Захарова И.И., Меламуд Н.Л., 1985, Технология переработки жиров, Москва. "Агро-произдат", с.25.
- Асмаев М.П., Доза Б.П., Косачев В.С. Процесс гидратации растительных масел как объект автоматизации, 1987, Пищевая технология, № 6, с.87.

REFINING SUNFLOWER OIL FOR MAXIMUM YIELD AND QUALITY

H. Davidson, National Sunflower Association, 4023 N. State Street, Bismarck, North Dakota 58501-0620, USA

Degumming, neutralization, and dewaxing processes in refining crude sunflower oil, as based on plant experience, to enhance yield and quality of a refined oil which will be further processed.

Tres peu de lecitins => degumming pas
très nécessaire. (pigment)

Alkali

Calcul de la dose p FFA :
à partir de teneur

Batch
ou
Continuus

Refining

43-57°C

70-80 °C → + rendement
+ clair
+ de saponification

→ économie d'énergie

Dewaxing : paraffine
plusieurs systèmes, dont glycol-eau.

ci. joint lire à fait.

Тезисы доклада: "ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ
ЭКСТРАКЦИИ КИСЛОТ ИЗ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ"

Т.М.Лапшина

Я.И.Турьян

С.И.Данильчук

Политехнический институт
СССР г.Краснодар

Предложены реагент и растворитель, позволяющие регистрировать с помощью рН-метра кинетику экстракции кислот из маслосодержащих материалов.

Найдены условия, дающие возможность в течение минуты экстрагировать то же количество кислот, что и в традиционных методах в течение двух часов (семена подсолнечника) и десяти часов (семена хлопчатника).