

УДК 664.3.033

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА

Губейдуллин Х.Х.,
доктор технических наук, профессор

Поросятников А.В.,
кандидат технических наук

Губейдуллина З.М.,
кандидат биологических наук, доцент

Технологический институт – филиал Ульяновского ГАУ
им. П.А. Столыпина. 8962-631-82-36; gubzm@mail.ru

Ключевые слова: маслообразование, маслоизготовитель, триглицериды, жировые шарики .

Аннотация. Сливочное масло, вырабатываемое исключительно из коровьего молока, является ценным пищевым продуктом, состоящим из крайне необходимых для человека биологически активных веществ, включая фосфолипиды, эссенциальные жирные кислоты, витамин А, β -каротин и другие незаменимые для человека вещества. Однако, стоимость произведенной продукции остается достаточно высокой в силу значительных энергетических затрат на его производство. Поэтому поиск новых энергосберегающих машин и технологий на производство данного вида продукта представляет собой актуальную научную задачу

Производство масла способами сбивания и преобразования высокожирных сливок сводится к изменению агрегатного состояния шариков жира сливок с последующим освобождением и концентрированием жировой фазы при одновременном образовании структуры масла. [1, 2, 3, 4, 5]. Основными требованиями

при производстве масла методом сбивания является физическое созревание сливок в результате которого происходит отвердевание жировых шариков и кристаллизация триглицеридов.

Отвердевание сливок происходит путем наслоения друг на друга жировых компонентов с заключением между ними жидкой фазы жира.

Результатом такого отвердевания является образование структурного каркаса из высоко- и среднеплавких триглицеридов с последующим установлением равновесия между твердым и жидким жиром. Факторами, влияющими на степень отвердевания является температура окружающей среды и продолжительность охлаждения. Установлено, что перемешивание сливок при физическом созревании значительно ускоряет процесс отвердевания жира и кристаллизацию триглицеридов.

При этом, степень отвердевания жира и характер кристаллизации триглицеридов являются определяющими факторами скорости маслообразования, а также формирования структуры и консистенции масла. Оптимальным считается содержание в сливках 30-35% отвердевшего жира (при соотношении в нем легко- и высокоплавких триглицеридов:

В настоящее время нет единой теории, которая давала бы исчерпывающие ответы на вопросы механики и сущности маслообразования.

Все теории маслообразования можно разделить на три группы:

- гидродинамические
- коллоидно-химические
- физико-химические

Гидродинамическая теория Г. А. Кука и Р. И. Асейкина, [4,5] к которой позднее присоединился и развил П. Д. Грищенко. Сближение жировых шариков, согласно этой теории, вызывается сепарирующим эффектом вихрей, возникающих в сбиваемых сливках, а разрушение оболочек жировых шариков — результат вращения их вокруг своей оси и большой угловой скорости. теория Г. А. Кука исключает полезное действие пены в маслоизготовителях периодического действия.

Г. А. Кук получил расчётным путём зависимость, что время процесса сбивания должна сокращаться обратно пропорционально скорости потока во второй степени.

$$T = C / v^2 \quad (1)$$

где C - эмпирическая постоянная; v - скорость потока сливок, м/с.

А. Д. Грищенко, в развитие этой теории, обосновал возможный механизм микропроцесса агрегации жировых шариков в вихревом потоке. Кавитационная теория сбивания сливок. [3, 5]

Теория разработанная В. Д. Сурковым в 1948 г. По его мнению, скоростное движение потока сливок в маслоизготовителе неравномерно. Это приводит к образованию в жидкости пустот и созданию новых поверхностей раздела сливки — воздух. Причиной агрегации жировых шариков служит последующее «обрушение» этих пустот, потоками сливок, который имеет характер гидравлического удара.

По мнению В.Д. Суркова энергичное сбивание сливок начинается при достижении кавитационных условий (2).

$$P_0 - \frac{\rho \cdot v^2}{2g} - \sum y \leq 0 \quad (2)$$

где P_0 – внешнее давление, Па; ρ – плотность; v – скорость потока, м/с; $\sum y$ – сумма сопротивлений, возникающих при движении сливок, Па.

В работах В. Д. Суркова и В. М. Карнаухо с использованием скоростной киносъемки и стробоскопии было подтверждено «разрывное течение» сливок в маслоизготовителях непрерывного действия.

Коллоидно-химическая теория сбивания сливок [3].

По теории Я. С. Зайковского, основная роль образования масла принадлежит адсорбционным оболочечным слоям жировых шариков. Оболочка способствует образованию кучек из жировых шариков при накоплении их в пене, стенки которой имеют такие же свойства, как и оболочки. В кучках жировые шарики ещё сохраняют индивидуальность, ещё не сливаются в сплошную массу

жира. Затем под влиянием механических ударов студнеобразная оболочка частично разрушается, жир вступает в непосредственное соприкосновение и образуются комочки (зёрна) масла.

По М. М. Казанскому, в стадии созревании сливок часть жира переходит в твердое состояние и снижается электрозарядность оболочки жировых шариков. Связь между жиром и белково-липоидной оболочкой ослабляется, оболочка становится тоньше, уменьшается её прочность, она частично разрушается. Жировые шарики, на которых сохранилась оболочка, в образовании масла не участвуют и переходят в пахту. В конгломераты сливаются только те жировые шарики, в которых сохранились части жира в жидком некристаллизованном виде. Следовательно, масляное зерно образуется в результате «цементирования» жировых агрегатов жидким неотвердевшим жиром.

Согласно флотационной теории А. П. Белоусова сбивание сливок можно разделить на три стадии: первая - образование воздушных пузырьков, вторая - разрушение дисперсии воздушных пузырьков и третья - формирование масляного зерна [3, 5]

На первой стадии в результате интенсивного перемешивания сливок образуется дисперсия воздушных пузырьков, которые в поверхностном слое сливок, граничащем с воздухом, разрушаются. Кроме того, появляясь в поверхностном слое сливок, пузырьки воздуха вовлекаются потоками сливок внутрь их объема до тех пор, пока не происходит их разрушение. Следовательно, на первой стадии сбивания сливок параллельно происходит образование и разрушение воздушных пузырьков, при этом процесс образования воздушных пузырьков преобладает над их разрушением. На первой стадии завершается процесс включения новых объемов воздуха в сбиваемые сливки.

На второй стадии происходит быстрое уменьшение количества невспененных сливок, что резко снижает скорость образования воздушных пузырьков в сливках. При этом из сливок удаляется больше воздуха, чем включается, что приводит к уменьшению воздушной дисперсии. Заканчивается вторая стадия разрушением агрегатной пены и образованием комочков жира из слипшихся жировых

шариков. Степень агрегации жировых шариков к моменту разрушения пены составляет 78...80 %.

Процессы агрегации жировых шариков и образования масляного зерна при сбивании сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия принципиально не различаются между собой. Однако процесс образования масляного зерна в маслоизготовителях непрерывного действия имеет некоторые особенности (1, 2).

При сбивании сливок в маслоизготовителе непрерывного действия скорость процесса агрегации жировых шариков в 1000 раз больше, чем при сбивании сливок в маслоизготовителях периодического действия, в результате интенсивного образования новых поверхностей раздела воздух-плазма.

Из всего изученного следует, что условием нормального осуществления процесса маслообразования при сбивании сливок, является диспергирование в них воздушной фазы и образование пены.

В Технологическом институте - филиале Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина были проведены свои исследования по подтверждению активной роли воздушной дисперсии в процессе маслообразования.

В разработанной нами установке (рис. 1) процесс агрегации жировых шариков заключался в соединении воздушной фазы с жировыми шариками приводящий к образованию масляного зерна

Устройство работает следующим образом. Через люк 11 заливают в ёмкость 1 сливки. Включают электродвигатель 7, который через шкив 8 приводит во вращение спиральный винт 2, активно перемешивая сливки. Кроме того, толщу сливок насыщает очищенный угольным фильтром воздух, выходящий по подводящей трубке 10 через сопло, которое расположено в нижней части ёмкости 1. Избытки воздуха уходят из ёмкости 1 через выпускной клапан 12. После окончания процесса маслоизготовления открывается кран 6, через который сливают пахту. Затем через кран 5 заливают в ёмкость 1 холодную воду до уровня

расположения патрубка 3. При отключенном компрессоре 9 приводят во вращение в противоположную сторону спиральный винт 2. Далее открывается задвижка 4, и масло через патрубок 3 выходит из емкости 1 наружу(6)

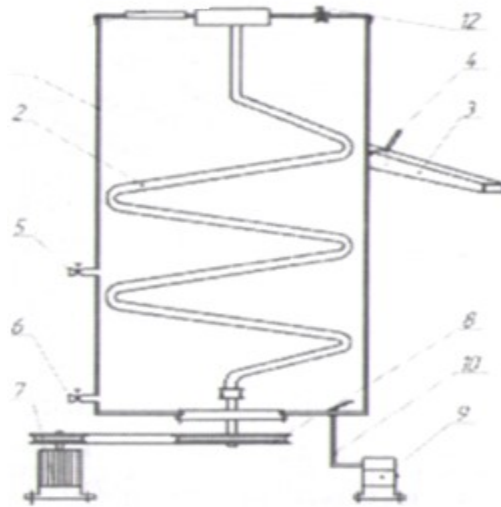


Рисунок 1 - Пневмомеханический маслоизготовитель:

1 - ёмкость; 2 - спиральный винт; 3 - патрубок; 4 - задвижка; 5 - кран для впуска воды; 6 - кран для выпуска пахты; 7 - электродвигатель; 8 - шкив; 9 - компрессор; 10 - трубка; 11 - смотровое окно; 12 - выпускной клапан

Технологический процессе маслообразования происходит следующим образом, жировой шарик вовлекается на пограничную поверхность плазма-воздух, затем разрушенная оболочка растекается по внешнему слою пузырька. Это обусловлено, прежде всего низкой удельной поверхностью энергии жира на границе с воздухом - А) $34,5 \times 10^3$ Н/м (34,5 дин/см) при температуре 20° по сравнению с поверхностной энергией жира на границе с плазмой — Б) 49×10^3 Н/м (49 дин/ см)

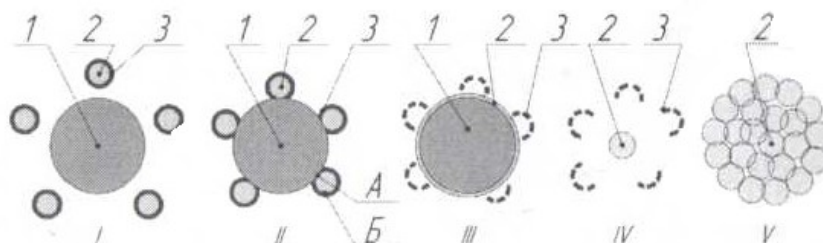


Рисунок 2 – Этапы разрушения жирового шарика в процессе сбивания масла:

1. Воздушный пузырек 2. Жидкий жир 3. белковая липопротеиновая оболочка

По нашему мнению, процесс агрегации жировых шариков заключается в соединении воздушной фазы с жировыми шариками, приводящий к образованию масляного зерна путём механического воздействия. Данный процесс можно разделить на пять этапов, как показано на рисунке 2:

1. Подача воздушных пузырьков в обрабатываемый продукт;
2. Процесс соединения жировых шариков с воздушным пузырьком;
3. Процесс растекания жидкого жира на поверхность пузырька ввиду разных поверхностных энергий.
4. Процесс схлопывания воздушного шарика и образование масляного зерна.
5. Соединение масляного зерна в пласт путём механического воздействия на продукт рабочим органом.

Процесс образования масляного зерна длится в течение всего цикла, т.е. с появлением первого воздушного пузырька, прилипанием жировых шариков и их разрушением. Принимая диаметр пузырька $d_n = 0,009$ м и в среднем диаметр жирового шарика равный 5×10^{-6} м из расчета элементарных математических формул следует, что на 1 воздушный пузырек налипает около 14 млн. жировых шариков, ускоряя тем самым образование масляного зерна после схлопывания самого воздушного шарика.

Таким образом, использование в предложенной установке спирального винта позволяет снизить энергозатраты на процесс маслообразования. При этом комбинированное пневмомеханическое воздействие на обрабатываемый продукт ускоряет процесс маслообразования путем вовлечения в воздушную фазу жировых шариков с одновременным разрушением их белковых оболочек.

Библиографический список

1. Бредихин С.А., Юрин В.И. Техника и технология производства сливочного масла и сыра. - М.: Колос, 2007. - 319 с.
2. Вышемирский, Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное/ Ф.А. Вышемирский. - С. - Петербург: Гиорд, 2004. - 716 с.

3. Крусъ Г.Н., Хромцов А.Г., Волокитима З.В., Карпычев С.В. Технология молока и молочных продуктов. - М.: Колос, 2008. - 455 с.: ил.
4. Кук Г.А. Гидродинамическая теория маслообразования Г.А. Кук. Труды ЛИХПМ.Т4, 1953.- 318с.
5. Шейфель О.А. Технология масла. Учебное пособие. - Кемерово, 2003. - 138 с.
6. Поросятников А.В. Автореферат. Разработка и обоснование параметров пневмомеханического маслоизготовителя. – Уфа, 2013. – 20 с.

Basics of energy-saving oil production technologies

Gubaidullin H. H., Porosaytnikov A., Ph., Gubeydullina Z. M.

Institute of Technology – Branch FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Keywords: maslobazovaya, masloizgotovitelyah, triglycerides, fatty balls .

Abstract. Butter, produced exclusively from cow's milk, is a valuable food product consisting of essential human biologically active substances, including phospholipids, essential fatty acids, vitamin A, β -carotene and other essential substances for humans. However, the cost of production remains quite high due to significant energy costs for its production. Therefore, the search for new energy-saving machines and technologies for the production of this product is an urgent scientific task

УДК 631.8

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОНАСС СИСТЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Даниленко Ж.В.,
старший преподаватель,

Андреев К.П.,
кандидат технических наук, доцент