

11. Кавказские Минеральные Воды: справочник-путеводитель / под ред. Э. В. Стативкина. Пятигорск, 2004. 160 с.
12. Моламусов Х. Т. Птицы центральной части Северного Кавказа. Нальчик, 1967. 100 с.
13. Поляков Г. И. Кое-что о птицах станицы Эссентуки (Терская область) // Орнитологический вестник. М., 1914. № 3. С. 223–226.
14. Резник В. А. К изучению оседлости большой синицы в г. Ворошиловске // Труды Ворошиловского государственного педагогического института. Пятигорск, 1940. Т. 2. С. 205–208.
15. Резник П. А. Зоологические заметки // Труды Ворошиловского государственного педагогического института. Пятигорск, 1940. Т. 2. С. 193–201.
16. Сатунин К. А. Материалы к познанию птиц Кавказского края // Записки Кавказского отдела Императорского Русского географического общества. Тифлис, 1907. Кн. XXVI. Вып. 3. 144 с.
17. Сатунин К. А. Систематический каталог птиц Кавказского края // Записки Кавказского отдела Императорского Русского географического общества. Тифлис, 1911. Кн. XXVIII. Вып. 1. 195 с.
18. Тельпов В. А., Хохлов А. Н., Юферова В. В., Герасименко Т. В. Исследования авифауны урбанизированных ландшафтов региона Кавказских Минеральных Вод // Вестник Ставропольского государственного университета. Ставрополь, 2011. Вып. 77. С. 181–186.
19. Тертышников М. Ф., Лиховид А. А., Горюва В. И., Харченко Л. Н. Позвоночные животные Ставрополя (история формирования и современное состояние фауны и населения). Ставрополь, 2002. 224 с.
20. Черновалова Н. П. О зимующих птицах г. Ворошиловска // Труды Ворошиловского педагогического института. Пятигорск, 1939. Т. 1. С. 159–162.
21. Шарлеман Э. В. Птицы, наблюдавшиеся во время экскурсии по Военно-Сухумской дороге // Орнитологический вестник. М., 1915. № 2. С. 118–125.
22. Lorenz Th. K. Beitrag zur Kenntniss der ornithologischen Fauna an der Nordseite des Kaukasus. M., 1887. 62 s.; Вступление (русский перевод) // Стрепет. Ростов-на-Дону, 2009. Т. 7. Вып. 1–2. С. 5–18; Non-Passeriformes (русский перевод) // Стрепет. Ростов-на-Дону, 2010. Т. 8. Вып. 1. С. 5–27; Passeriformes (русский перевод) // Стрепет. Ростов-на-Дону, 2011. Т. 9. Вып. 1–2. С. 7–37.
23. Menetries E. Catalogue raisonne des objets de zoologie recueillis dans un voyage au Caucase et jusqu'aux frontieres actuelles de la Perse. SPb., 1832. 271 p.
24. Pallas P. S. Zoographia Rosso-Asiatica, sistens omnium animalium in extenso imperio rossico et adjacentibus maribus observatorum recensioem, domicilia, mores et descriptiones, anatomen atque icones plurimorum. Petropoli, 1811. V. I. 568 p., V. II. 374 p., V. III. 428 p.

УДК 637.232.14.001

Чеботарев Евгений Алексеевич, Борисов Александр Тимофеевич

ПРОЦЕССЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ И ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

На основе проведенных исследований разработана классификация процессов сепарирования молочного сырья, дана характеристика каждого из них и предложены пути их совершенствования.

Ключевые слова: процессы сепарирования, классификация, характеристика, повышение эффективности, совершенствование.

Chebotarev Evgeny A., Borisov Alexandr T.

PROCESSES OF CENTRIFUGAL SEPARATION OF RAW MILK AND THEIR IMPROVEMENT

There was developed a classification of raw milk separation processes and did characteristics each of them and the ways of their improvement on the basis of this research.

Key words: the separation processes, classification, characteristics, the increase of the efficiency, perfection.

В настоящее время процессы центробежного разделения молочного сырья имеют достаточно много направлений, которые можно подразделить:

– на традиционные (обезжиривание молока, центробежная очистка теплого молока, бактофугирование молока, получение высокожирных сливок, обезжиривание и отделение казеиновых частиц из молочной сыворотки);

– традиционные редкие (центробежная очистка холодного молока, нормализация и классификация молока, отделение творожного сгустка, отделение сывороточных белков из обезжиренной сыворотки);

– новые (обезжиривание пахты, центробежная очистка восстановленного молока);

– оригинальные (сепарирование сгущенного молока, обезжиривание и / или отделение сывороточных белков из концентрированной молочной сыворотки, обезвоживание водно-жировой эмульсии, регенерация рассола).

Обезжиривание молока – выделение легкой дисперсной фазы (молочного жира) в виде концентрата с целью максимально возможного извлечения её из цельного молока. Традиционно под сепарированием молока понимают процесс его обезжиривания. Используют сепараторы-сливкоотделители. Продукты сепарирования: сливки и обезжиренное молоко.

Для повышения эффективности обезжиривания молока необходимо строго учитывать температуру сепарирования, правильно устанавливать производительность сепаратора и жирность получаемых сливок, цикл сепарирования сепаратора с ручной периодической выгрузкой осадка и время между разгрузками сепаратора с центробежной непрерывной выгрузкой осадка.

Корректировку производительности сепаратора-сливкоотделителя в зависимости от температуры сепарирования можно произвести на основе графика, приведенного на рисунке 1, который построен на основе изменения разделяемости системы «жир – плазма» в молоке, производительность сепаратора при температуре 40 °С принята за единицу.

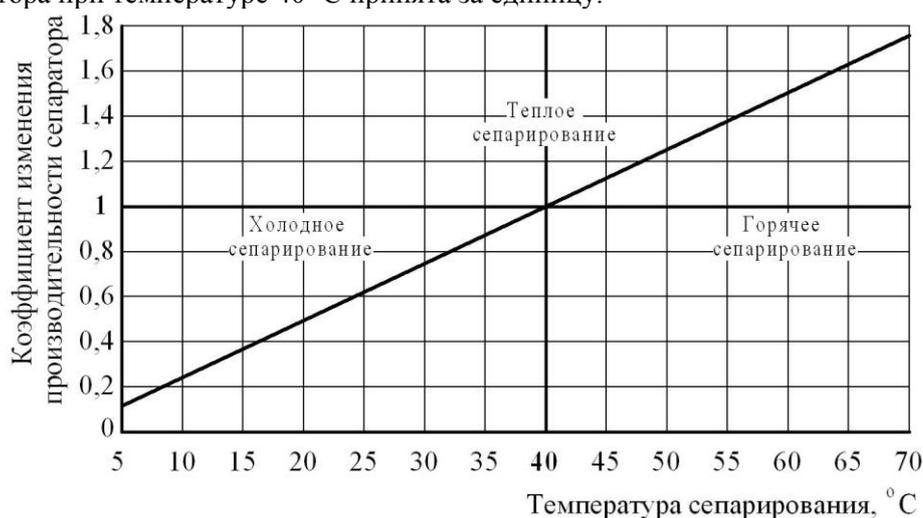


Рис. 1. Изменение производительности сепаратора-сливкоотделителя в зависимости от температуры сепарирования

Следует учитывать, что на эффективность обезжиривания непосредственное влияние оказывает предварительное (предсепарационное) воздействие на молоко: качество транспортировки; режимы предварительного хранения, включая интенсивность перемешивания; перекачивание молока по трубам и т. п. В целом это влияние можно сформулировать так: чем меньше механическое воздействие и продолжительность выдержки перед сепарированием, тем более полно оно будет обезжириваться.

Отрицательно на качестве обезжиривания сказывается тепловая обработка: как охлаждение, так и нагревание. Это объясняется изменением физико-химических свойств молока. Особенно заметно снижение качества сепарирования при разделении молока, подвергнутого высокотемпературной пастеризации или кипячению.

Центробежную очистку принимаемого молока следует рассматривать в первую очередь как способ сохранения качества этого продукта в период его переработки, причем в свое время практикой была доказана не только возможность, но и эффективность холодной очистки молока.

Однако использование сепараторов-молокоочистителей, не предназначенных для этой цели, как правило, приводит к неудаче. Поэтому для холодной очистки молока должны использоваться специальные сепараторы, отличающиеся гидродинамическими параметрами течения продукта.

Бактофугирование (бактериофугирование) можно рассматривать как частный случай центробежной очистки. Оно применяется в качестве дополнительной операции при тепловой обработке

молока (пастеризации). Это особенно эффективно при удалении спорообразующих бактерий, которые оказываются наиболее стойкими при пастеризации.

Для нормализации молока в потоке используются, как правило, сепараторы-сливкоотделители полугерметичного типа. Нормализация осуществляется путем смешения потоков обезжиренного молока и сливок в определенном соотношении после выхода продуктов сепарирования из сепаратора. Однако такая схема не соответствует современному уровню и необходимо переходить на системы автоматического управления нормализацией молока в потоке.

Классификация, или гомогенизация, молока в барабане сепаратора является альтернативой дробления жировых шариков в плунжерном гомогенизаторе. Заслуживает внимания сама идея классификации: после разделения молока в барабане, снабженном разделительными тарелками, сливки попадают в специальную гомогенизирующую камеру, где идет дробление жировых шариков, потом смешиваются с потоком исходного молока и вновь попадают на разделение.

После этого мелкие жировые шарики уже не отделяются в центробежном поле и выходят из барабана сепаратора с обезжиренным молоком, а крупные со сливками вновь попадают в гомогенизирующую камеру.

В отечественной практике сепарирования выпускался лишь один сепаратор-гомогенизатор, который так и не получил широкого распространения. Однако, несмотря на несколько меньший эффект гомогенизации, следует обратить внимание на меньшую энергоемкость процесса по сравнению с обработкой в плунжерном гомогенизаторе.

Нельзя не учитывать и тот факт, что попутно молоко подвергается и центробежной очистке, что также снижает затраты на его обработку. Все это должно в конечном итоге вызвать новый интерес к процессу классификации.

Процесс получения высокожирных сливок может рассматриваться как центробежное прессование, т. е. «выдавливание» влаги (плазмы) из жировой фракции или как уплотнение жировой фазы в результате деформации жировых шариков.

Совершенствование процесса сепарирования сливок следует вести с учетом влияния на него жирности исходных сливок, степени дестабилизации жира в них, кислотности плазмы, а также температуры сепарирования и продолжительности работы сепаратора.

Для отделения творожного сгустка от сыворотки используют специальные «творожные» сепараторы с центробежной непрерывной выгрузкой осадка через периферийные сопла, причем эффективность работы таких сепараторов зависит как от правильного выбора количества и диаметра сопел, от производительности сепаратора, так и от температуры пастеризации и сквашивания молока.

Обезжиривать молочную сыворотку целесообразно при её жирности не менее 0,2 %. Для выделения из молочной сыворотки жира и казеиновой пыли используются специальные сепараторы комбинированного типа. Использование для этой цели сепараторов-сливкоотделителей с ручной периодической выгрузкой осадка нецелесообразно.

Для осветления сыворотки некоторое время применяли специальный сепаратор марки ОТС с двухэтапной периодической центробежной выгрузкой осадка. Не исключается возможность использования для этой цели саморазгружающихся сепараторов-молокоочистителей.

Предложен способ выделения белков из молочной сыворотки, включающий коагуляцию их одним из известных способов и разделение образовавшейся суспензии в сепараторе с центробежной выгрузкой осадка, отличающийся тем, что разделение суспензии «хлопья белка – сыворотка» осуществляют в две стадии: сначала гидроциклонированием, затем сепарированием.

Пахту сепарируют непосредственно в смеси с молоком или обезжиренным молоком. Эффективность непосредственного сепарирования пахты зависит от её жирности, температуры процесса и производительности сепаратора. Чем выше исходная жирность пахты, тем, разумеется, процесс более эффективен, поскольку возрастает количество получаемых сливок. Причем жирность сливок в этом случае должна быть сравнительно небольшой, т. е. не выше 20 %.

Предложен способ обезжиривания пахты, полученной от производства масла, методом непрерывного сбивания. Нагрев пахты осуществляют сначала до температуры 20 ± 5 °С, а затем до температуры 40 ± 5 °С; между нагреваниями пахту подвергают вакуумированию с интенсивным перемешиванием в тонком слое, в результате чего из пахты удаляется воздух, которым она насыщалась в процессе непрерывного сбивания сливок.

Несмотря на вариантность технологических схем производства восстановленного молока, в них всегда присутствует операция центробежной очистки продукта, необходимая перед окончательным контролем его качества. Это обусловлено тем, что растворимость сухого молока не может быть полной, причем количество нерастворенного осадка может быть достаточно большим и превышающим объем сепараторной слизи, образующейся при сепарировании молока. К тому же свойства осадка, образующегося при центробежной очистке восстановленного молока, очень специфичны: плохая текучесть и сравнительно высокие адгезионные свойства, что затрудняет его центробежную выгрузку.

Учесть два отмеченных факта можно, во-первых, используя для очистки восстановленного молока только сепараторы-молокоочистители с центробежной периодической выгрузкой осадка, во-вторых, точно устанавливая время между разгрузками, и в-третьих, несколько завышая время самой центробежной разгрузки.

В качестве альтернативы можно периодически в ходе смены прекращать подачу молока и производить промывку барабана водой с полной разгрузкой барабана.

Принципиальная возможность сепарирования сгущенного молока была доказана отечественными учеными ещё в 60-х годах XX века. Причем решался вопрос не об обезжиривании сгущенного молока, а об увеличении ассортимента сгущенных молочных продуктов путем перераспределения в продуктах сепарирования, в первую очередь молочного жира, а также сухих веществ в целом. В дальнейшем данное направление не получило развития, но тем не менее представляет интерес хотя бы потому, что может быть менее энергоёмким по сравнению с сепарированием натурального молока.

Перспективность использования процесса сгущения для коагуляции белков в молочной сыворотке обусловлена также тем, что наряду с созданием условий для коагуляции повышается концентрация другой дисперсной фазы – молочного жира. Это в свою очередь создаёт новое направление выделения дисперсных фаз из молочной сыворотки – сепарирование сывороточных концентратов.

При реализации процесса сепарирования концентрированной выпариванием сыворотки следует исходить из того, что количество скоагулировавшегося белка возрастает пропорционально степени сгущения, но при этом снижается разделяемость системы. Наибольший эффект коагуляции и выделения сывороточных белков наблюдается при сгущении в 4–5 раз. А при отсутствии необходимости осветлять сыворотку можно сепарировать её после сгущения приблизительно в 2 раза, что также менее затратно, чем при сепарировании неконцентрированной.

Обезвоживание водно-жировой эмульсии используется в технологии производства топленого масла, когда добавлением воды обеспечивается его промывка. При этом из плазмы в результате коагуляции белков формируется тяжелая дисперсная фаза, образующая осадок в шламовом пространстве барабана, а процесс разделения аналогичен сепарированию сливок и может реализовываться в сепараторе для высокожирных сливок.

Параметры процесса следует подбирать в зависимости от качества сырья, а также от количества добавляемой промывной воды.

При тепловой пластификации чеддеризованной сырной массы в циркулирующем рассоле (широко используется при выработке сыров типа «сулугуни») вместе с сывороткой из сырной массы в рассол переходит и часть молочного жира, а также частицы белка (сырной массы).

Причем содержание жира в рассоле может достигать значения 5 %, что предполагает необходимость его регенерации путем извлечения этого жира и белковых частиц сепарированием. Но при этом следует учитывать два фактора, влияющих на эффективность центробежного разделения: негативный – возможность дестабилизации жира в рассоле (отсутствие там белковых веществ, формирующих там оболочку жировых шариков) и позитивный – более высокая разность плотностей жира и плазмы за счет наличия соли в растворе. Хотя влияние обеих этих факторов, впрочем как и процесса обезжиривания рассола, требует серьезных исследований.

Изложенные рекомендации являются основой для реализации и совершенствования процессов центробежного разделения молочного сырья.

Всероссийским научно-исследовательским институтом молочной промышленности разработана технология извлечения β -лактоглобулина из очищенной от жира и казеиновой пыли молочной

сыворотки с целью обеспечения её гипоаллергенности. В основу технологии положено осаждение белков хитозаном с последующим разделением полученной суспензии в сепараторе-осветлителе. Сепаратор-осветлитель используется и для регенерации хитозана из белкового осадка после его разведения водой.

Эти процессы центробежного разделения можно отнести к новым и оригинальным.

Литература

1. Липатов Н. Н. Сепарирование в молочной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1971. 400 с.
2. Чеботарев Е. А. Сепарирование молока и молочного сырья: История, теория, практика. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2012. 299 с.
3. Способ выделения белков из молочной сыворотки: пат. 2348167 Рос. Федерация: МПК А 23 J 1/20, А 23 С 21/00 / Е. А. Чеботарев, С. В. Васи́лин; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский государственный технический университет. № 2007140103/13; заявл. 29.10.2007; опубл. 10.03.2009, Бюл. № 7. 4 с.: ил.
4. Способ обезжиривания пахты: пат. 2409964 Рос. Федерация: МПК А 23 С 17/00 / Е. А. Чеботарев, С. А. Санжаровский; заявитель и патентообладатель Северо-Кавказский государственный технический университет. № 2009113681/10; заявл. 10.04.2009; опубл. 27.01.2011, Бюл. № 3. 4 с.