

содержит антоцианы и лейкоантоцианы. Содержание катехинов и фенолкарбоновых кислот в экстракте продолжает расти, а количество флавонолов уменьшается.

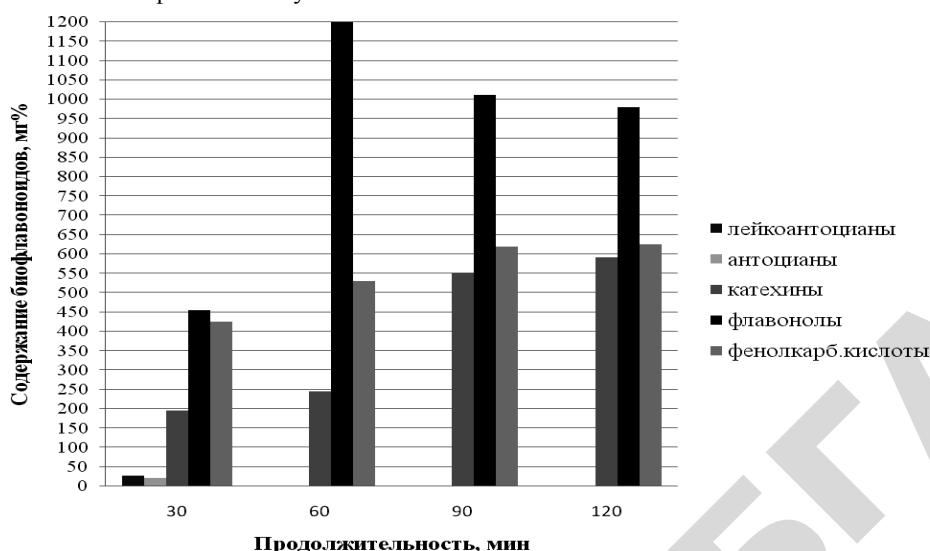


Рисунок 3 – Зависимость экстракции биофлавоноидов из выжимок от продолжительности процесса при температуре 50°C

Дальнейшие исследования продолжительности экстракции показали, что экстракт, полученный при температуре 70°C при продолжительности процесса 60 мин., не содержит антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, но содержит флавонолы – 52,7% (от количества флавонолов, содержащихся в экстракте, полученном при 50°C), фенолкарбоновые кислоты – 84,7%. Установлено, что экстракт, полученный при температуре 100°C и продолжительности процесса 30 мин. содержит только флавонолы – 51,2% и фенолкарбоновые кислоты – 63,5%.

Таким образом, для получения экстракта из выжимок черноплодной рябины с максимальными показателями по содержанию антоцианов, лейкоантоцианов, катехионов, флавонолов, фенолкарбоновых кислот необходимо проводить двухступенчатую экстракцию.

Список использованной литературы

- Исмаилов Э.Ш. Новый способ интенсификации процесса экстракции / Э.Ш. Исмаилов, Т.Н. Даудова // Пищевая промышленность – 2005. – №10. с. 32–33. Использование топологического метода при моделировании процесса экстракции // Научно-технический прогресс: Сборник научных работ Кемеровского государственного университета. – Кемерово, 2008. с. 54–59.
- Парфенова Т.В. Фитоджемы с растительными экстрактами / Л.А. Коростылева, Л.А. Текутьева // Пищевая промышленность. 2012. № 12. с. 72–73.
- Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. / М.Н. Запрометов. – М.: Высшая школа, 1974. – 455 с.

УДК 637.3

Давыдова Е.А., кандидат технических наук

Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством, г. Минск

Заболоцкая Т.А., кандидат технических наук

Белорусский государственный экономический университет, г. Минск

ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОРОКОВ В СЫРАХ, ВЫРАБАТЫВАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

В последние годы на крупных отечественных сыродельных предприятиях было налажено производство сыров, вырабатываемых с участием пропионовокислых бактерий, традиционно относящихся к сырам швейцарского типа. Такие сыры широко распространены во многих странах мира, в нашей стране они также быстро завоевали популярность. Однако, следует отметить, что при производстве сыров с пропионовокислыми бактериями чаще появляются пороки и дефекты продукта, чем при выработке сыров других видов.

Пропионовокислые бактерии – уникальный микроорганизм, который начинает развиваться в теплой камере созревания при комнатных температурах и является необходимым для достижения характерного вкуса,

запаха и рисунка, которые отличают сыры швейцарского типа от других видов [1]. Главным образом пропионовокислые бактерии считаются ответственными за формирование в сырах швейцарского типа специфического вкуса и аромата, описываемого в литературе как «сладкий» и «ореховый».

В качестве основных заквасочных культур используются термофильные микроорганизмы, такие как *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*, иногда включают мезофильные – *Lactobacillus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus lactis subsp. cremoris*. Некоторые виды сыров, такие как *Maasdam* и *Leerdammer*, изготавливаются с применением только мезофильных культур или с добавлением *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* [2]. Пропионовокислые бактерии *Propionibacterium freudenreichii* используют как дополнительные заквасочные культуры.

Большое влияние на качество сыров швейцарского типа оказывает качество молочного сырья, поскольку пропионовокислые бактерии являются чувствительными к ингибиторам и остаточной микрофлоре молока. Нативные пропионовокислые бактерии, присутствующие в сыром молоке в количестве от 5 до 10⁵ КОЕ/мл и более, могут также развиваться во время созревания сыра и достигать 10⁸ КОЕ/г. Они также участвуют в формировании вкуса и аромата сыра, а в присутствии другой молочнокислой микрофлоры могут вызывать порок вкуса и запаха сыра, описываемый как «едкий». Кроме того, нативные пропионовокислые бактерии ответственны за формирование атипичного вкуса при выработке сыров швейцарского типа из сырого молока.

Микрофлора молока играет решающую роль в процессах созревания и формировании вкусовых и ароматических компонентов сыра. Известно, что чистые культуры молочнокислых микроорганизмов продуцируют ароматические компоненты и различные метаболические пути генерации этих компонентов хорошо описаны в литературе [3]. Микробные консорциумы сыра способствуют синтезу летучих ароматических соединений: летучих компонентов серы, эфиров, спиртов, альдегидов и кетонов, которые обычно обнаруживаются в ферментативных созревающих сырах, таких как *Emmental*, где эти компоненты и формируют базовый «сырный» вкус и аромат [4].

Микрофлора молока может оказать существенное влияние и на рост пропионовокислых бактерий. Известно, что факультативные гетероферментативные незаквасочные молочнокислые бактерии, используемые в Швейцарии при производстве сыров из сырого молока, оказывают ингибирующее действие на развитие пропионовокислых бактерий. Установлено, что присутствие в молоке *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus rhamnosus* снижает рост пропионовокислых бактерий на 80% по сравнению с контрольным молоком. В тоже время термофильные молочнокислые бактерии, особенно *Lactobacillus delbrueckii* и *Lactobacillus helveticus*, способны стимулировать рост пропионовокислых бактерий.

Исследователи отмечают, что присутствие микрофлоры сырого молока стимулирует рост протеолитической активности пропионовокислых бактерий, сыры, выработанные из сырого молока отличаются более сильным протеолизом в результате более сильной пропионовокислой ферментации. В тоже время исследования не показывают различия в консистенции сыров, выработанных из сырого и пастеризованного молока.

Молоко для производства сыров швейцарского типа должно быть высокого качества и содержать как можно меньше микроорганизмов для обеспечения оптимальной заквасочной активности и предотвращения вторичной контаминации. В Швейцарии, где распространено производство сыров с участием пропионовокислых бактерий из сырого молока, законодательно установлены очень строгие требования к качеству молока. Количество соматических клеток является общим индикатором качества молока и зависит от периода лактации. Увеличение количества соматических клеток коррелируется в зависимости от состава молока [5] и их повышение ассоциируется с повышением протеолиза сыра в процессе созревания. Поэтому для производства сыра высокого качества необходимо молоко с минимальным содержанием соматических клеток в сыре.

Тепловая обработка молока при производстве сыра может иметь влияние на формирование дефектов рисунка. В сырах швейцарского типа распространены дефекты, когда сыр выработан из пастеризованного или сырого молока. Установлено, что большое количество гомоферментативных лактобацилл, энтерококков и колиформ, обнаружено в сырах, изготовленных как из сырого, так и из пастеризованного молока. Пастеризация молока снижает рост микроорганизмов в процессе созревания сыров швейцарского типа. Большое разнообразие микроорганизмов отмечается в сырах, изготовленных из сырого молока, однако это разнообразие уменьшается в процессе созревания. Кроме того, сыр, изготовленный из сырого молока, содержит дикие штаммы пропионовокислых бактерий и молочнокислых микроорганизмов, которые могут служить источником вторичной ферментации. В результате отмечается значительное понижение α_{s1} -казеина в сыре, вызванное действием энзимов нативной микрофлоры сырого молока, и возможно, катепсином D.

Масляная ферментация в сырах может приводить к производству углекислого газа и водорода [5], при этом даже небольшое производство водорода может приводить к большим трещинам и вспучиванию сыра. Споры и спорообразующие анаэробные бактерии, такие как клостридии, которые контаминируют молоко главным образом из силоса, могут вызывать серьезные дефекты рисунка и консистенции. Наиболее часто встречающиеся штаммы включают *C. tyrobutyricum* и *C. butyricum*, однако исследования показывают ассоциацию с *C. beijerinckii* и *C. sporogenes* в возникновении таких пороков. Установлено [6], что штаммы *C. beijerinckii* способны прорасти в сырах в процессе созревания и вызывать позднее вспучивание.

Превентивными мерами для контаминирования молока маслянокислыми бактериями является запрет на производство молока в зонах силоса, как это принято в Швейцарии [7]. Предотвратить рост и развитие маслянокислых бактерий позволяет добавление ферментного препарата лизоцима, а также правильно

проведенными посолкой и низкими температурами созревания. Бактофугирование молока позволяет удалить от 95 до 99% спор. Однако в нашей стране наиболее часто в технологиях производства сыров используются нитраты (селитры, натрия или калия азотнокислого), которые традиционно используют для предотвращения порока «позднего вспучивания», вызываемого маслянокислыми бактериями.

Нитраты достаточно эффективно сдерживают развитие маслянокислых бактерий и противодействуют бактериям группы кишечных палочек. Кроме того, этот способ является самым простым и не требует больших затрат. Однако химическая обработка молока оказывает воздействие не только на технически вредную микрофлору, но и на бактериальные культуры, используемые для выработки сыра, кроме того, в готовом продукте увеличивается содержание нитритов и нитратов, вредных для здоровья человека. Кроме того, нитраты переходят в сыворотку, которая в европейских странах используется на пищевые цели, поэтому их использование там ограничено. Нитраты запрещены к применению в сырах во Франции, Испании, Италии, Греции, Швейцарии, Японии и ряде других стран.

В последнее время участились претензии к продукции отечественного производства со стороны Российской Федерации в результате выявленных несоответствий требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 029/2011 «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологически вспомогательных средств», в частности, по превышению максимально допустимого уровня нитратов в сырах.

Таким образом, для выпуска продукции высокого качества и предотвращения образования пороков в сырах, вырабатываемых с участием пропионовокислых бактерий, необходимо осуществлять тщательный отбор молочного сырья с учетом качественного и количественного состава нативной микрофлоры, проводить контроль за соблюдением технологических режимов и исключить применение нитратов при производстве.

Список использованной литературы

1. Ji, T. Influence of starter culture ratios and warm room temperature on free fatty acid and amino acid in Swiss cheese // T. Ji, V.B. Alvarez, W.J. Harper // J. Dairy Sci. – 2004. – V. 87. – P. 1986–1992.
2. Wiemar B.C. Improving the flavor of cheese / B.C. Wiemar // Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. UK. – 2007. – P. 351–369.
3. Marilley, L. Flavours of cheese products: metabolic pathway, analytical tools and identification of product strains / L. Marilley, M.G. Casey // Int. J. Food Microbiol. – 2004. – V. 90. – P. 139–159.
4. Yvon, M. Cheese flavor formation by amino acid catabolism // M. Yvon, L. Rijnen // Int. Dairy J. – 2001. – V. 11. – P. 185–201.
5. Cheese problem solved / McSweeney P.L.H. (Ed.). – Cambridge Woodhead Publishing Ltd, , UK. – 2007. – P. 465.
6. Le Bourhis, A.G. Contribution of *C. beijerinckii* and *C.sporogenes* in association with *C. tyrobutyricum* to the butyric fermentation in Emmental type cheese / A.G. Le Bourhis, J. Dore, J.P. Carlier, J.F. Chamba, M.R. Popoff, J.L. Tholozan // Int. J Food Microbiol. – 2007. – V. 113. – P. 154–163.
7. Vissers, M.M. Improving farm management by modeling the contamination of farm tank milk with butyric acid bacteria / M.M. Vissers, F. Driehuis, M.C. Te Giffel, P. De Long, J.M.G. Lankveld // J. Dairy Sci. – 2006. – V. 89. – P. 850–858.

УДК 664.726.9

Поздняков В.М., кандидат технических наук, доцент, Зеленко С.А., Павлюкевич П.И.
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРОПНЕВМОСОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН ПО ПЛОТНОСТИ

Проведенные ранее исследования показали, что вибропневматический способ сортирования компонентов сыпучей смеси в псевдооживленном слое позволяет обеспечить качественное разделение компонентов даже при незначительном различии плотностей, при этом эффективность процесса во многом зависит от того, насколько оптимально настроены режимно-конструктивных параметры работы оборудования [1,2,3]. Работа вибропневматического оборудования при самосортировании сыпучей смеси основана на принципе избирательного транспортирования отличающихся плотностью частиц зерновой смеси в псевдооживленном слое. Под воздействием вынуждающей силы от электровибраторов и восходящих потоков воздуха сыпучая масса находится на сетчатой деке в непрерывающемся движении, образуя непрерывные потоки, т.е. направленное движение всей исходной сыпучей смеси. Поэтому одним из основных параметров, обеспечивающих эффективность работы вибропневматического оборудования, может являться производительность, которая обеспечит отбор необходимого объема посевного материала.

Математическое описание динамики процессов, протекающих при самосортировании компонентов сыпучей смеси на вибропневматическом оборудовании затрудняет стохастический характер перемещения отдельных частиц и трение между ними. В связи с этим, для математического описания процесса вибропневмосортирования семян, целесообразно для описания траектории движения и сил, действующих на частицу, использовать отдельную частицу [4].