

*Ю.М. Здитовецкая, К.В. Обьедков, И.Б. Фролов  
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

**ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫХОД СЫРА И  
ОБРАЗОВАНИЕ СЫРНОЙ ПЫЛИ.  
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ СТЕПЕНИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МОЛОКА**

*В настоящее время исследования, касающиеся повышения степени использования составных частей молока, приобретают все большую актуальность. Одним из вариантов решения проблемы ресурсосбережения является разработка мероприятий, направленных на снижение количества образующейся сырной пыли при производстве сычужных сыров*

*Исследованы основные технологические параметры процесса производства сыра и физико-химические показатели исходного молока, оказывающие влияние на образование сырной пыли. Установлено, что полностью избежать потерь, вызванных образованием сырной пыли, невозможно. На основании этого были разработаны практические рекомендации по возможности снижения ее количества.*

*Применение данных рекомендаций позволит понизить количество образующейся сырной пыли и повысить выход соответствующих видов сыров, таким образом повышая экономическую эффективность работы сыродельных предприятий.*

**Введение.** Перед перерабатывающими предприятиями пищевой промышленности все острее встает проблема рационального использования исходного сырья. Поэтому повышение эффективности переработки молока-сырья с целью наиболее полного вовлечения в производство всех его составных компонентов является значимой задачей, стоящей как перед отечественными, так и перед зарубежными предприятиями молочной отрасли.

Одним из самых ценных компонентов молока является молочный белок, а белковым молочным продуктам, учитывая их высокую биологическую ценность, отводится первостепенная роль в организации правильного питания населения. Поэтому повышение степени использования молочного белка посредством улавливания и сбора сырной пыли, получаемой из подсырной сыворотки, является актуальной задачей. Кроме того, улавливание сырной пыли позволяет рационально использо-

вать и содержащийся в ней молочный жир и другие компоненты молока, в то время как ранее они терялись при удалении сырной пыли из сыворотки при ее очистке на саморазгружающихся сепараторах. Учет и улавливание сырной пыли, образуемой при производстве сычужных сыров, позволит не только повысить степень использования составных частей молока, но и разработать новые молочные продукты на ее основе [1, 2].

Как известно, сырная (белковая, казеиновая) пыль образуется при производстве твердых сычужных сыров, на различных технологических этапах производства сыра. При этом большая ее часть уходит в подсырную сыворотку, которая, в свою очередь, составляет до 90% объема перерабатываемого при производстве сыра молока [1]. Сыворотка обладает высокой пищевой и биологической ценностью, так как в нее переходит более 50% сухих веществ молока, поэтому в республике на ведущих сыродельных предприятиях отрасли усиленно разрабатываются мероприятия по дальнейшей ее переработке. Однако на протяжении долгого времени не уделялось должного внимания возможности сбора сырной пыли с целью предотвращения ее негативного воздействия на последующие этапы переработки сыворотки [3].

Было установлено, что молочная сыворотка, получаемая при производстве натуральных сыров, содержит 0,1–0,6% сырной пыли, размер частиц которой колеблется от 0,05 до 1,5 мм. Содержание сырной пыли в подсырной сыворотке зависит от качества исходного молока (содержания в нем казеина, кальция и фосфора и др.) и метода его обработки в процессе гелеобразования и синерезиса (разрезки и постановки зерна). Интенсификация этих процессов без должной разработки конструкции аппаратов приводит к увеличению отхода сырной пыли и жира в подсырную сыворотку. Кроме того, ужесточение режима пастеризации также оказывает влияние на выход и качество сыра.

Образование сырной пыли, ее состав и количество обуславливаются также свойствами сычужного сгустка (прежде всего его плотностью) и применяемыми при производстве сыра ферментными молокозвертывающими препаратами. Но одним из самых значимых факторов, оказывающих в последующем влияние на образование сырной пыли, является применяемое оборудование, т.е. сырные ванны и сыроизготовители, насосы для перекачки сырного зерна, режуще–вымешивающие устройства и формовочные аппараты [4].

Для снижения потерь с сырной пылью и установления причин, вызывающих ее образование, необходимо отследить процесс производства сыра, начиная с состава и качества поступающего молока–сырья.

**Результаты и их обсуждение.** Первоочередными факторами, оказывающими влияние на количество и состав образуемой сырной пыли, являются непосредственно состав, структура и свойства получаемого сгустка. Сгусток должен удерживать возможно большее количество казеина и жира молока, при последующей обработке хорошо отдавать сыворотку. Эти свойства сгустка, в свою очередь, зависят от ряда технологических параметров. Было установлено, что существенное влияние на них оказывает сыропригодность молока, поступающего на производство сыра. Сычужновялое молоко дает слабый, дряблый сгусток, плохо отдающий сыворотку, и наоборот, сыропригодное молоко быстро свертывается молокосвертывающими энзимами с образованием плотного сгустка, который хорошо отдает сыворотку, удерживает жир и таким образом снижается количество сырной пыли, остающейся в сыворотке [4, 5].

В свою очередь, сыропригодность молока находится в прямой зависимости от содержания в нем казеина. С увеличением содержания казеина в молоке возрастает содержание кальция и фосфора, ускоряется сычужное свертывание и возрастает плотность и способность сгустка к синерезису, снижается количество образующейся при обработке сгустка сырной пыли и потери жира и белка, т.е. улучшаются все физико-химические показатели молока как сырья для выработки сыра. Сыры, выработанные из сычужновялого молока, имеют более высокое содержание влаги, горький вкус, неудовлетворительную консистенцию и низкий выход (в том числе и вследствие потерь, вызванных образованием сырной пыли).

Повышение содержания казеина в молоке увеличивает выход сыра не только за счет массы казеина, но и за счет увеличения количества связываемой влаги [6]. Количество захватываемого и удерживаемого сгустком молочного жира также тесно коррелирует с содержанием казеина: чем выше содержание казеина, тем большая часть жира молока перейдет в сыр. Поэтому пригодное для выработки высококачественного сыра молоко должно содержать не менее 3,2% белка (что соответствует примерно 2,56% казеина).

Влияние количества содержащегося в молоке казеина на свойства сычужного сгустка объясняется тем, что при сычужном свертывании молока на его основе образуется так называемый казеиновый каркас (матрица) сгустка, который, как все подобные структуры, обладает способностью к самопроизвольному сжатию. В результате этого возникает разность давлений внутри и снаружи ячеек (давление синерезиса), вызывающая выделение из него сыворотки. Увеличение до определенного предела прочности сгустка, обусловленное увеличением количества и прочности связей между его элементами, повышает давление синерезиса и скорость выделения сыворотки. Недостаток и непрочность внутри- и межмицеллярных связей снижает прочность сгустка. Часть ячеек в таком сгустке во время обработки может быть разрушена, что увеличивает потери жира и казеина с сывороткой, а небольшое давление синерезиса замедляет выделение сыворотки и, следовательно, обсушку зерна [6–8]. Поэтому прежде всего на выработку сычужных сыров должно поступать молоко с оптимальным содержанием белка, и как следствие, казеина).

Содержание жира в молоке также является показателем, определяющим выход сыра. Однако жир увеличивает выход сыра только за счет собственной массы. В то же время степень использования казеина в сыре не зависит от содержания жира, и наоборот, чем выше отношение содержания белка к содержанию жира в молоке, тем большая доля жира остается в сыре. Кроме того, повышение содержания жира в смеси по отношению к белку снижает скорость синерезиса, потому что жир чисто механически закупоривает проходы для сыворотки. Поэтому чем более высокий показатель соотношения содержания белка в молоке по сравнению с содержанием жира, тем меньше сырной пыли образуется при обработке получаемого из такого молока сгустка.

Для снижения потерь с сырной пылью необходимо учитывать тот факт, что на выработку сыров должно поступать молоко только после созревания [4]. Это объясняется тем, что снижение рН молока (вследствие повышения кислотности во время созревания) способствует более высокой плотности образующегося сгустка, что обуславливает уменьшение количества сырной пыли.

Гомогенизация молока увеличивает время сычужного свертывания, замедляет синерезис, снижает прочность сгустка, а также влияет на его структуру, делает консистенцию сыра более однородной и мягкой, ма-

жущейся [8]. Влияние гомогенизации обусловлено разрушением оболочек жировых шариков и вкраплением их фрагментов в параказеиновый каркас сгустка, что уменьшает долю казеина на поверхности мицелл, снижает скорость агрегации параказеиновых мицелл и способность сгустка к сжатию. Таким образом, применять гомогенизацию при выработке твердых сычужных сыров с целью увеличения выхода не рекомендуется.

Также важным для сыроделия фактором, влияющим на свойства сычужного сгустка и выход сыра, является содержание в молоке кальция и фосфора. Оптимальное содержание ионизированного кальция в молоке для сыроделия составляет примерно 110 мг/мл. При показателе ионизированного кальция в молоке ниже 80 мг/л оно становится сычужно-вялым, при концентрации больше 160 мг/л теряет термоустойчивость [4, 8].

Добавление хлорида кальция к молоку повышает модуль эластичности и прочность сгустка и, следовательно, снижает количество образующейся сырной пыли.

Если сравнивать свертывание молока сычужным ферментом и чистым пепсином, то во втором случае с сывороткой может теряться до 1% казеина, а это снижение выхода сыра на 3% [6]. Таким образом, при использовании ферментов с высоким содержанием пепсинов можно потерять гораздо больше на выходе сыра, поэтому для снижения потерь с сырной пылью необходимо использовать ферментный препарат оптимально подобранного состава.

Как известно, после добавления фермента нормализованное молоко тщательно перемешивают в сыроизготовителе 5–10 мин, а затем процесс перемешивания приостанавливают для сычужного свертывания. Было установлено, что если во время действия фермента нарушено состояние покоя молока, сычужный сгусток получается изломанный, соответственно, при его обработке образуется много сырной пыли, что приводит к большим потерям сырной массы.

При изучении влияния температурных режимов (охлаждение молока при хранении, температуры пастеризации молока, температуры свертывания, температуры второго нагревания) были получены следующие результаты.

Хранение молока при низких температурах на протяжении длительного периода времени вызывает физико-химические изменения в

молоке, что, в свою очередь, снижает выход сыра и ухудшает сычужную свертываемость молока: увеличивается время свертывания, уменьшается прочность сгустка и повышается количество сырной пыли, а также замедляется синерезис.

Что касается режима пастеризации молока, то его ужесточение вызывает увеличение степени денатурации сывороточных белков, особенно  $\beta$ -лактоглобулина, который осаждается на мицеллах казеина, а также изменение мицеллярного фосфата кальция [4, 5]. В результате этих изменений ухудшается сычужная свертываемость молока, снижаются прочность сгустка и скорость синерезиса, увеличивается количество сырной пыли и содержание влаги в сыре, сыр приобретает кислый и горький вкус, крошливую консистенцию. Поэтому применять высокие температуры пастеризации при выработке сычужных сыров нецелесообразно.

Повышение температуры свертывания вызывает увеличение прочности сгустка и скорости синерезиса, что согласуется с возрастанием числа гидрофобных связей, играющих особую важную роль в его строении, но при этом уменьшается степень использования сухих веществ молока и жира.

Повышение температуры второго нагревания вызывает снижение прочности сгустка, но не раньше, чем через полчаса после повышения температуры, а в начальный период модули увеличиваются. В связи с этим повышение температуры сгустка во время его обработки не отражается на его технологических свойствах [8].

Параметры механической обработки сгустка также оказывают существенное влияние на выход сыра и образование сырной пыли. При этом необходимо точно определять момент готовности зерна, что требует от персонала большого опыта. При неправильной обработке сгустка или применении неисправного инвентаря могут быть большие потери жира как в сырной массе, так и в сыворотке. При слишком интенсивном вымешивании часть зерна может быть раздроблена, что увеличит поверхность синерезиса, но также и количество сырной пыли, а, следовательно, уменьшит выход сыра. Разрезку сгустка лучше начинать при рН 6,5–6,4, так как разрезка при более низких значениях рН дает больше сырной пыли.

Размер сырного зерна после постановки – также один из значимых показателей, оказывающих влияние на образование сырной пыли, выход и качество сыра. Количество сырной пыли увеличивается, а следовательно, выход уменьшается при постановке более мелкого зерна. Влияние величины сырного зерна на физико-химические параметры и выход сырной пыли отражено в табл. 1 (исследования проводились на ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод»).

Таблица 1 – Влияние величины сырного зерна на физико-химические параметры и выход сырной пыли при производстве сыра «Российский»

Показатель	Размер зерна при постановке, мм		
	2–4	4–6	6–8
Количество сырной пыли, %	1,72	0,73	0,51
Содержание влаги в сырной пыли, %	62,5	64,2	67,2
Содержание жира (в сухом веществе) сырной пыли, %	31,7	35,2	41,0
Кислотность сырной пыли, рН	5,35	5,29	5,22

Параллельно со снижением содержания влаги в зерне в процессе обработки увеличивается его прочность, поэтому размер сырного зерна после постановки должен быть менее 15 мм, так как при увеличении размеров сырного зерна повышается содержание влаги в сырной пыли. Постановка слишком мелкого зерна также не имеет смысла, потому что скорость выделения сыворотки быстро снижается из-за удаления из него основного количества влаги, а продолжительность обработки зерна определяется не только количеством остающейся в сгустке влаги [4, 7].

Что же касается сыродельного оборудования, следует отметить, что его влияние на процесс образования сырной пыли, по нашим данным, весьма существенно.

Так, в сыроизготовителях на количество сырной пыли в сыворотке влияют конструкция режуще-вымешивающего инструмента и качество его изготовления. При разрезке необходимо соблюдение минимально возможного зазора между инструментом, боковыми стенками и днищем сырной ванны или сыроизготовителя, правильная установка и заточка ножей способствует более равномерному распределению сырного зерна по размерам и снижению количества мелких фракций.

Насосы для перекачки сырного зерна вносят существенный вклад в снижение выхода сыра. Быстроходные рабочие органы центробежных

насосов и кавитационные явления, возникающие при этом, вызывают повышенное дробление сырного зерна и образование сырной пыли.

Масса потерь мелких фракций сырного зерна зависит от способа формования и типа применяемого оборудования. Наименьшие потери наблюдаются при формировании из пласта под слоем сыворотки, так как за счет фильтрации сыворотки через пласт улавливается до 85–90% мелких фракций сырного зерна [9]. При формировании насыпью на существующих барабанных отделителях сыворотки с сывороткой уносятся не только мелкие фракции сырного зерна, образовавшиеся в ваннах или сыроизготовителях, а также при использовании центробежных насосов, но и вновь образующаяся в барабане самого отделителя сырная пыль, которая далее отстаивается в резервуарах для сыворотки.

В настоящее время на ведущих предприятиях отрасли установлено оборудование, применяемое для улавливания сырной пыли с целью дальнейшего ее вовлечения в производство. Для удаления сырной пыли наиболее целесообразно использовать ротационный или вибрационный фильтр. Фильтрация наиболее эффективна при температуре сыворотки 32–37 °С, при уменьшении температуры эффективность ее снижается. Кроме повышения эффективности работы оборудования данная операция позволяет получить дополнительную прибыль [2, 10].

Поскольку невозможно полностью избежать потерь белка с сырной пылью, целесообразным является применять мероприятия по ее улавливанию и сбору с помощью вышеназванного оборудования. В дальнейшем сырная пыль может быть использована в качестве сырья для разработки новых видов молочных продуктов. Исследования по данной тематике и разработка новых видов молочных продуктов с использованием сырной пыли успешно проводится специалистами лаборатории технологий сыроделия и маслоделия на следующих предприятиях: ОАО «Кобринский маслодельно–сыродельный завод», ОАО «Пружанский молочный комбинат», ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат», ОАО «Дятловский сыродельный завод», ОАО «Бабушкина крынка» (г.Могилев), ГМЗ №2 (г.Минск) и др.

На основании проводимых исследований нами был разработан комплекс практических рекомендаций, направленных на уменьшение количества образующейся сырной пыли при производстве твердых сы-



чужных сыров на сыродельных предприятиях отрасли. Данные рекомендации заключаются в обязательном обеспечении следующих условий:

- на изготовление сыров должно поступать только сыропригодное молоко с содержанием белка 3,2% (2,56% казеина);

- молоко должно иметь оптимальную кислотность (достигаемую при созревании);

- гомогенизация молока нежелательна;

- внесение оптимальных количеств сычужного фермента, закваски и хлорида кальция;

- не допускается длительное хранение сырого молока при низких температурах;

- соблюдение оптимальных температур пастеризации молока, температур свертывания и второго нагревания;

- разрезку и постановку зерна необходимо производить только после достижения необходимой плотности сгустка;

- размеры зерна при постановке определяются с учетом вида вырабатываемого сыра, при этом должны соблюдаться оптимальные размеры для каждого из видов сыра;

- при выработке сыров необходимо использовать оптимально подобранное, современное оборудование, допускающее минимальные потери сыра с белковой пылью;

- выработкой сыров должен заниматься только высококвалифицированный персонал;

- поскольку невозможно полностью предотвратить потери, вызванные образованием сырной пыли, целесообразным является применение вибрационных и ротационных фильтров для ее улавливания;

- собранная сырная пыль должна в дальнейшем вовлекаться в производство с разработкой новых видов белковых продуктов на ее основе.

**Заключение.** Анализ факторов, оказывающих влияние на выход сыра и образование сырной пыли показал, что полностью избежать потерь составных компонентов молочного сырья с сырной пылью не представляется возможным. Однако данные потери можно и нужно сводить к минимуму с помощью комплекса разработанных практических рекомендаций по снижению количества образующейся сырной пыли. Также необходимо предпринимать меры по ее улавливанию и дальнейшему вовлечению в технологический процесс производства молочных продук-

тов, что будет способствовать в дальнейшем повышению экономической эффективности сыродельного предприятия за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции, повышения степени использования составных компонентов молока и снижения экологической нагрузки молокоперерабатывающих предприятий.

### Литература

1. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А. Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 592 с.

2. Приболотный, А.В. Способ отделения сырной пыли из сыворотки / А.В. Приболотный // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – №2. – С. 26–27.

3. Слепухина, В.С. Опыт переработки молочной сыворотки на Кобринском маслосырзаводе / В.С. Слепухина // Молочная промышленность. – 2006. – №6. – С. 46.

4. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико–химические аспекты / А.В. Гудков; под ред. С.А. Гудкова. – 2–е изд. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804 с.

5. Шингарева, Т.И. Производство сыра: учеб.пособие для студентов вузов по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

6. Некоторые аспекты повышения качества и выхода сыра / А.А. Савельев [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2002. – №1. – С. 16–18.

7. The influence of milk pasteurization temperature and pH at curd milling on the composition, texture and maturation of reduced fat cheddar cheese. / T.P. Cuinee [et al.] // International Journal of Dairy Technology. –1998. – № 1. – P. 1–10.

8. Влияние основных технологических параметров на прочность структуры кислотно–сычужного сгустка / А.Н. Пирогов [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – №1. – С. 37–38.

9. Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – 464 с.

10. Опыт переработки подсырной сыворотки / А.И. Ходос [и др.] // Молочная промышленность. – 2008. – №2. – С. 72–74.

*J. Zditovetskaya, K. Ob'edkov, I. Frolov*

**THE FACTORS WHICH INFLUENCE ON THE YIELD OF CHEESE  
AND THE FORMATION OF THE CHEESE DUST. ACTIONS FOR  
INCREASE OF THE DEGREE OF USE OF MILK COMPONENTS**

**Summary**

Nowadays the researches, concerning increases of the degree of use of milk components, get the increasing urgency. One of variants of the decision of resource-saving problem is working out of the actions directed on decrease of the quantity of a formed cheese dust during rennet cheeses manufacture.

The basic technological parametres of cheese manufacture process and the physical and chemical indicators of initial milk which influence on the formation of the cheese dust have been investigated. It is established that it is impossible to avoid the losses caused by formation of the cheese dust completely. On the basis of that there have been developed practical recommendations concerning the possibility of its quantity decrease.

Application of the given recommendations will allow to lower the quantity of the formed cheese dust and to raise the yield of the corresponding kinds of cheeses, thus raising economic efficiency of work of the cheese-making enterprises.