

ПРИНЦИПЫ ОБОГАЩЕНИЯ МОЛОКА ВИТАМИНАМИ Principles of fortification of milk with vitamins

Н. А. Крутова, студент

О. П. Неверова, кандидат биологических наук, доцент.

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: И. В. Рогозинникова, кандидат биологических наук, доцент.

Аннотация

Коровье молоко – это ценный пищевой продукт, содержащий в себе множество хорошо усвояемых витаминов и минералов. Но вследствие пастеризации, ультрапастеризации, нормализации и долгого хранения, оно теряет часть полезных микронутриентов. Молоко является привлекательным продуктом для витаминизации, так как имеет высокую питательную ценность и относительно невысокую цену. Специальное обогащение молока витаминными премиксами позволит не только сохранить пользу этого продукта, но и преумножить ее. Добавление в молоко витаминов А и С компенсирует их потери во время термической обработки и хранения. Внесенный витамин D повышает усвояемость кальция в организм и несет другие положительные свойства. Обогащение витаминами молока во время технологического процесса производится перед пастеризацией методом непрерывного потока или периодического действия.

Ключевые слова: молоко, молочные продукты, витаминизация, обогащение витаминами, витамин А, витамин D, микронутриенты, минералы, кальций, витаминные премиксы.

Summary

Cow's milk is a valuable food product containing many well-digestible vitamins and minerals. But due to pasteurization, ultra-pasteurization and long storage, it loses a significant part of useful micronutrients. Milk is an attractive product for fortification, as it has a high nutritional value and a relatively low price. Special enrichment of milk with vitamin premixes will not only preserve the benefits of this product, but also increase it. The addition of vitamins A and C to milk compensates for their losses during heat treatment and storage. The added vitamin D increases the absorption of calcium into the body and has other positive properties. Enrichment with vitamins of milk during the technological process is carried out before pasteurization by a continuous flow or periodic action.

Keywords: Milk, dairy products, fortification, vitamin fortification, vitamin A, vitamin D, micronutrients, minerals, calcium, vitamin premixes.

Молоко – это исключительный питательный продукт, который на протяжении многих тысячелетий используется в питании человека. Оно является отличным источником витаминов и минералов, особенно кальция. Он играет важную роль в здоровье костей. Диетологи рекомендуют людям потреблять молоко и другие молочные продукты каждый день в рамках сбалансированной диеты.

Молоко имеет хороший баланс белков, жиров и углеводов и является очень важным источником основных микронутриентов, таких как кальций, рибофлавин, фосфор, витамины А и В12, калий, магний, цинк, йод.

К тому же молочные продукты содержат «высококачественные белки», которые хорошо усваиваются организмом человека [4].

На рынке представлено два основных вида коровьего молока: пастеризованное и ультрапастеризованное. Термическая обработка молока полностью уничтожает патогенную микрофлору и сводит к минимуму количество сапрофитных микроорганизмов, способных вызвать порчу. Производство пастеризованного молока осуществляется с помощью термической обработки, заключающейся в кратковременном воздействии высокой температуры — обычно в течение до 30 минут при температуре от 60 до 80°C. Это повышает безопасность и продлевает срок годности продукта. Пастеризованное молоко почти полностью сохраняет питательные свойства сырого молока. Термическая обработка умеренно снижает концентрацию некоторых витаминов, особенно витаминов С и В-комплекса, но не жирорастворимых витаминов. Потеря витамина С составляет около 0–10%, тогда как витамины группы В — от 1% для витамина В2 до 20% для В9. Независимо от способа нагревания содержание белка, жира, лактозы и минеральных веществ практически не изменяется. Процесс нагревания молока методом ультрапастеризации увеличивает потери витамина В на 10-20% по сравнению с сырым молоком. В случае пастеризованного молока при сроках хранения от нескольких дней до 21 дня при температуре от 1 до 8 °С потери витаминов незначительны. В ультрапастеризованном молоке потеря некоторых питательных веществ значительна. Следующие примеры показывают потерю основных питательных веществ:

- витамин А (потеря 30% при сроке хранения 5–6 недель);
- витамин В 6 (практически полная потеря после нескольких недель хранения);
- витамин В 12 (практически полная потеря при длительном хранении);
- витамин С (практически полная потеря до двух недель хранения).

Содержание отдельных минералов в питьевом молоке представлены в таблице 1[5,10].

Таблица 1

Содержание минералов в мг/100 г питьевого молока [6]

Продукт	Кальций	Фосфор	Калий	Магний	Цинк
Молоко пастеризованное 3,5% жирности	118	85	138	12	0,32
Молоко пастеризованное 3,2% жирности	118	85	139	12	0,32
Молоко пастеризованное 2,0% жирности	120	86	141	12	0,32
Молоко пастеризованное 1,5% жирности	120	97	141	12	0,37
Молоко пастеризованное 0,5% жирности	121	97	141	12	0,40
Ультрапастеризованное молоко 3,2% жирности	113	81	139	12	0,32
Ультрапастеризованное молоко 1,5% жирности	110	92	141	12	0,37
Ультрапастеризованное молоко 0,5% жирности	111	91	141	12	0,40

Сравнение потерь витаминов между пастеризованным и ультрапастеризованным молоком представлены в таблице 2 [7, 8].

Потери витаминов в пастеризованном и ультрапастеризованном молоке [8]

Витамин	% потерь в пастеризованном молоке	% потерь в ультрапастеризованном молоке
Фолиевая кислота	5–20	10–20
Витамин А	Без существенных изменений	Без существенных изменений
Витамин В ₁	<10	10–20
Витамин В ₂	<1	Без существенных изменений
Витамин В ₆	<3–5	<10–15
Витамин В ₁₂	<10	0–30
Витамин С	0–10	<15–25

Молоко является привлекательным продуктом для витаминизации, так как имеет высокую питательную ценность в небольшом объеме и относительно невысокую цену. Исследования показывают положительное влияние на здоровье употребления молока и молочных продуктов. Еще больше пользы для здоровья можно получить от употребления обогащенных молочных продуктов [6].

Обогащение молока витаминами совершают с помощью специальных премиксов. Витаминные премиксы доступны в виде жидких концентратов, порошков или гранул. Витаминный раствор – смесь витаминного премикса и подходящего разбавителя.

Доступен ряд различных типов витаминных концентратов, в том числе на масляной основе и на водной основе. Большинство из них содержат витамин D3 (реже витамин D2) и пальмитат витамина А. Основа раствора обычно состоит из комбинации следующих веществ: кукурузное масло, вода, полисорбат 80, пропиленгликоль и моноолеат глицерина. Также могут быть добавлены антиоксиданты и консерванты. Неправильное обращение и длительное хранение концентратов витаминов может привести к потере витаминной активности [1].

Витамин А выполняет несколько функций в организме человека. Он необходим для поддержания зрения, здоровой иммунной системы, роста клеток и костей и фертильности. Витамин А встречается в природе только в продуктах животного происхождения. Дефицит витамина А обычно может привести к сухости кожи и куриной слепоте. Цельное молоко является хорошим источником витамина А, хотя, поскольку это жирорастворимый витамин, его ценность снижается в молоке с низким содержанием жира. Витамин А удаляется вместе с жиром в процессе сепарации в обезжиренном и нормализованном молоке, что требует восполнения потерянного витамина в виде витаминного премикса. Цельное (гомогенизированное) молоко не подвергается процессу сепарации, поэтому естественный витамин А сохраняется, и обогащение не требуется [9].

Витамин D увеличивает содержание минералов в костях, способствует усвоению кальция и фосфора и помогает сохранять минералы в почках. Основным источником витамина D является солнечный свет. Основными источниками пищи являются яйца, печень и мелкая рыба. Дефицит витамина D может привести к заболеваниям костей, поэтому основной целью обогащения молока витамином D является профилактика таких заболеваний. Хотя коровье молоко и не является прямым натуральным источником витамина D, специально обогащенное молоко считается отличным источником, особенно из-за содержания в нем кальция [2].

Витамин С, водорастворимый витамин, играет важную роль в формировании коллагена, белка, который придает структуру костям, хрящам, мышцам и кровеносным сосудам, также используется в обогащении молочных продуктов [9].

Витамины имеют диапазон безопасности, превышение которого может привести к симптомам токсичности. Тщательное регулирование обогащения молока витаминами чрезвычайно важно для обеспечения использования правильного количества витаминов. Рекомендуемый уровень безопасного обогащения витаминами молочных продуктов обычно указывается в инструкциях от производителей витаминных премиксов. Примеры безопасного уровня обогащения молочных продуктов витаминами А и D представлены в таблице 3[3,6].

Таблица 3

Уровни содержания витаминов А и D в обогащенных молочных продуктах [6]

Витамин	Безопасное содержание витамина в обогащенных молочных продуктах, МЕ/л	Потенциально опасное содержание витамина в обогащенных молочных продуктах, МЕ/л
А	2000-3000	>6000
D	400-600	>800

Добавление витаминов может осуществляться в различных точках технологического процесса с помощью методов непрерывного потока или периодического действия.

Все витаминные премиксы следует добавлять перед пастеризацией, так как растворы витаминов нестерильны, их наилучшая точка впрыска находится перед гомогенизатором, который в большинстве случаев является точкой низкого давления, что позволяет процессу гомогенизации распределять витамины по всему молоку. Рекомендуется добавлять витамины после сепарирования и нормализации, витамины А и D являются жирорастворимыми и имеют потенциал стать более концентрированным в жирной части молока. Водорастворимые витаминные концентраты минимизируют эту проблему, позволяя вносить их в молоко до сепарирования. В некоторых случаях витамин D добавляют непосредственно в поступающее сырое молоко (например, в автоцистерны). Это не предпочтительный метод добавления, и переработчики, использующие эту процедуру, должны выполнять подтверждающие анализы, чтобы обеспечить надлежащие уровни обогащения каждого продукта [1].

Метод непрерывного потока

Дозирующие насосы позволяют добавлять витаминный концентрат с непрерывным потоком. Дозированное добавление происходит в момент после сепарирования и нормализации и перед пастеризацией. Рекомендуемая точка для введения витамина- непосредственно перед гомогенизатором. Необходимо использовать насос объемного типа. В противном случае, небольшой вакуум может привести к втягиванию относительно больших объемов витаминных концентратов в молочную систему за очень короткий период времени. Также необходим обратный клапан в месте впрыска, чтобы предотвратить загрязнение витаминных линий молоком. Желательно, чтобы витаминный концентрат вводился в молочную линию на входе из уравнительного резервуара, непосредственно перед молокоотсосом. Капание концентрата в верхнюю часть уравнительного резервуара

не рекомендуется, так как это может привести к неадекватному перемешиванию концентрата, плавающего на поверхности молока.

Метод периодического действия (ручное добавление)

Ручное добавление обычно используется для порционных пастеризованных молочных продуктов или для небольших партий продукта.

Процедура периодического действия требует точного измерения объема молока, которое необходимо витаминизировать, точного добавления необходимого количества витаминного концентрата и правильного перемешивания. Витамины также следует добавлять в предварительно нормализованное молоко в дозировочных резервуарах, где его можно надлежащим образом перемешать перед пастеризацией. Может оказаться целесообразным предварительно смешать витаминный концентрат с небольшим объемом молока перед добавлением в дозатор. Степень погрешности велика, поэтому следует соблюдать крайнюю осторожность при измерении.

Также можно обогащать витаминами не только жидкое питьевое молоко, но и сухое молоко в том числе. Различные виды микронутриентов сухого молока могут погибнуть при хранении и консервировании. Учитывая данную проблему, в молоко следует добавить соответствующее количество нужных веществ. В этот вид продукта можно добавлять масляные формы концентратов, но смешивание сухих форм витаминов и минералов с сухим молоком можно рассматривать как самый простой способ обогащения сухого молока. В отличие от жидкого молока, сухое молоко можно обогащать до и после термической обработки [1,3].

Для сохранения важных микронутриентов в молоке следует выбирать подходящую упаковку для продукта. Витамины восприимчивы и чувствительны к температуре, свету, влажности, факторам окисления. Воздействие света на упакованные продукты во время их распространения, розничной продажи и использования потребителем может уменьшить содержание питательных веществ в продукте, а также изменить его внешний вид и вкус. Изменения, вызванные светом, могут негативно повлиять на функциональность и биодоступность витаминов. Надлежащий дизайн упаковки может защитить полезные вещества и органолептические качества. То есть, для упаковки обогащенных молочных продуктов производителю следует выбирать упаковки из непропускающего свет материала [7].

Молоко и молочные продукты- постоянная часть рациона разных слоев населения. Учитывая благоприятную среду молока для сохранения и доставки в организм полезных микронутриентов, дополнительное обогащение витаминами может положительно влиять на здоровье потребителей, а значит и вызывать дополнительный интерес и спрос к молочной продукции производителей.

Библиографический список

1. *Борзенкова И. С.* Витаминная обеспеченность рациона – путь к эффективному ведению производства молока // Научный журнал молодых ученых. 2020. № 3. С. 3-8.
2. *Джатдоева Д. Т., Гочияев А. А., Семенов М. Б., Каппушева З. М.* Биологическая роль витамина D // Вестник КазНМУ. 2021. № 2.
3. *Коденцова В. М., Саркисян В. А., Воробьева В. М., Воробьева И. С., Кочеткова А. А., Рисник Д. В.* Обогащение пищевых продуктов витамином D: международный опыт и новые тенденции // Пищевая промышленность. 2019. № 9.
4. *Кощаев А. Г.* Биохимия сельскохозяйственной продукции: учебное пособие для вузов / А. Г. Кощаев, С. Н. Дмитренко, И. С. Жолобова. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 388 с.
5. *Мамаев А. В.* Молочное дело: учебное пособие / А. В. Мамаев, Л. Д. Самусенко. СПб.: Лань, 2022. 384 с.

6. *Матвеева Т. А., Резниченко И. Ю.* Содержание витаминов и минеральных веществ в обогащенном молоке // Вопросы питания. 2020. № 2.
 7. *Наумова Н. Л.* Влияние технологических факторов на формирование витаминно-минеральной ценности обогащенного пастеризованного молока // Техника и технология пищевых производств. 2019. № 1. С. 46-50.
 8. *Наумова Н. Л., Образцов А. Б., Дегелевич М. В.* Микробиологическая стабильность обогащенного пастеризованного молока при хранении // Вестник АГАУ. 2018. № 8 (142).
 9. *Ноибжонова Х. М.* Свойства витаминов // Экономика и социум. 2020. № 12 (79).
- Хромова Л. Г.* Технология приемки и первичной обработки молочного сырья: учебник для спо / Л. Г. Хромова, Н. В. Байлова. СПб.: Лань, 2022. 284 с.