

- создание продукта с пониженным содержанием жира;
- сохранение натуральности пищевой ценности продукта;
- удовлетворение потребностей человека в белке;
- улучшение органолептических показателей продуктов;
- предотвращение таких распространенных на сегодняшний день заболеваний, как ожирение.

Литература

1. Евдокимов И. А. Технологии переработки молочной сыворотки для получения продуктов функционального питания // Сборник материалов VI специализированного конгресса. Барнаул, 2008. С. 45–47.
2. Кабус М., Хэртлинг Х. Получение и применение копреципитатов // Пищевая промышленность. 1979. С. 252–257.
3. Полное и рациональное использование молочной сыворотки на принципах безотходной технологии / А. Г. Храмцов, С. В. Васи́лин, А. И. Жаринов и др. Ставрополь: ИРО, 1997. С. 105.
4. Салаватulina Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. М.: Агропромиздат, 1985. 256 с.
5. Храмцов А. Г. Рыночная концепция полного и рационального использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2006. № 6.
6. Demott B. J. Nutritional value of casein and whey protein // Food Product Development. 1972. V. 6. № 6. P. 86, 88.

УДК 637.344.8

Панова Нина Михайловна, Храмцов Андрей Георгиевич, Ньорба Юлия Юрьевна

КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ОБОГАЩЕННОЙ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

В статье представлены технологии нового поколения кормовых добавок для животных на основе электроактивированной подсырной сыворотки, предварительно обогащенной небелковым (карбамидом) или белковым азотом и лактулозой.

Ключевые слова: молочная сыворотка, электроактивация, карбамид, ацидофильная палочка, бифидобактерии, лактулоза, функциональные свойства

Panova Nina Miknajlovna, Khramtsov Andrej Georgeovich, Norba Yuliya Yurevna
FEED ADDITIVES WITH FUNCTIONAL PROPERTIES BASED ON ENRICHED ELECTRO-ACTIVATED WHEY

The new generation of feed additives technology for animals based on electro-activated whey, enriched with non-protein (urea) or protein nitrogen and lactulose has been presented in this article.

Key words: whey, electro-activation, urea, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium, lactulose, functional properties.

В основе электрохимической активации лежит процесс униполярной электрообработки растворов в специальном диафрагменном электролизере, значительно изменяющей их реакционную способность. Изменение свойств растворов обусловлено двумя основными факторами: изменением их состава в результате электрохимических реакций на электродах и переходом растворов в метастабильное состояние с избыточной потенциальной энергией [1].

Электрохимическая активация водных растворов, в том числе и молочной сыворотки, сопровождается изменением их химического состава и кислотности в широких пределах. В связи с этим применение электрохимической обработки позволяет исключить из традиционных технологических процессов методы регулирования свойств растворов с использованием реагентов, повысить качество продукции, сократить число и время технологических операций, уменьшить их трудоемкость, облегчить и упростить технологические процессы.

Молочная сыворотка, которую подвергают электрохимической обработке, обогащается лактулозой, а также продуктами гидролиза белкового компонента, которые необходимы бифидобактериям как источник

азотного питания. Лактулоза при электроактивации образуется за счет того, что в католите гидроксид-ионы играют роль акцепторов протонов в реакции изомеризации лактозы, а избыточная внутренняя потенциальная энергия активированного раствора интенсифицирует реакцию превращения лактозы в лактулозу.

Особый интерес представляет молочная сыворотка как раствор для электроактивирования. Имея относительно высокое содержание минеральных веществ (около 0,7 %), она обладает необходимыми свойствами для быстрого и эффективного накопления активных заряженных частиц при пропускании через нее электрического тока.

С применением этой передовой технологической обработки возможно получение кормовых добавок с функциональными свойствами, которые в своем составе содержат пребиотический фактор – лактулозу.

На основе электроактивированной молочной сыворотки были разработаны технологии пребиотической кормовой добавки «СОНАЛ», которую можно выпускать как в жидком, так и сгущенном виде, и синбиотической кормовой добавки «СКЭС-Б».

В основе технологии кормовой добавки «СОНАЛ» лежит технология кормовой добавки «КСОНА» (разработка бывшего УкрНИИмясомолпрома, Украина). По производстве «КСОНА» молочная сыворотка предварительно подвергается молочнокислому брожению до pH ($3,7 \div 4,3$), затем в подкисленную сыворотку вносится фосфорная кислота для создания pH ($2,0 \pm 0,5$) ед. и направляется на синтез лактозил-уреида при температуре (65 ± 5) °C; продолжительность выдержки – 4 ч. Особенностью предлагаемой нами технологии является то, что для доведения активной кислотности среды до необходимых для синтеза лактолиз-уреида значений предлагается использовать процесс электроактивации.

В анодной камере pH молочной сыворотки опускается до 2,5–2,6. При этих значениях активной кислотности среды проходит:

- гидролиз лактозы с образованием глюкозы и галактозы;
- процесс синтеза лактозил-, глюкозил- и галактозил-уреида;

В катодной камере создается pH среды ($11,5 \pm 0,5$), которое является оптимальным для проведения процесса трансформации лактозы в лактулозу. После электроактивации катодную фракцию временно резервируют, в дальнейшем она будет использована для нейтрализации анодной фракции.

В анодную камеру направляют молочную сыворотку, предварительно обогащенную карбамидом. После проведения процесса электроактивации анодную фракцию направляют в резервуар с подогревом для проведения процесса синтеза лактозил-уреида. С этой целью анолит выдерживают при температуре (60 ± 2) °C в течение 2–3 ч. Нейтрализацию анодной фракции подсырной сыворотки проводят катодной фракцией, что позволяет дополнительно обогатить кормовую добавку лактулозой.

Кормовая добавка «СОНАЛ» обогащается небелковым азотом (карбамидом), который частично связан с углеводами сыворотки (галактозой, глюкозой и лактозой), что снижает скорость утилизации карбамида, а также лактулозой и галактозой, что повышает биологическую и кормовую ценность добавки. Все это позволяет отнести кормовую добавку «СОНАЛ» к категории кормовых добавок с функциональными свойствами.

Кормовая добавка «СКЭС-Б» вырабатывается путем сквашивания электроактивированной молочной сыворотки пробиотическими культурами – *Lb. acidophilum* и *B. bifidum*. Для того чтобы обогатить молочную сыворотку источниками азотистого питания, которые необходимы для культивирования бифидобактерий, предложено проводить протеолиз сывороточных белков ферментами заквасочной микрофлоры.

Известно, что наилучшими протеолитическими свойствами характеризуются молочно-кислые палочки, в том числе болгарская палочка и ацидофильная палочка, а также термофильный стрептококк. Но болгарская палочка при сбраживании глюкозы образует оптический D(-) – изомер молочной кислоты, который очень медленно распадается в организме [3]. Из трех видов молочнокислых микроорганизмов выбрана в качестве закваски для протеолиза белков молочной сыворотки *Lb. acidophilum*. Выбор был обоснован тем, что помимо хороших протеолитических свойств, она также продуцирует метаболиты (ацидофилин, лактоцидин, ацидолин, лактобациллин), позволяющие повысить антибиотические свойства готового продукта.

В соответствии с предложенной технологией после пастеризации часть подсырной сыворотки предварительно сквашивается *Lb. acidophilum* в течение 4 ч. В процессе сквашивания количество аминокислот увеличивается в среднем в 3–4 раза. После сквашивания подсырная сыворотка подается в анодную камеру электроактиватора, а в катодную камеру подается несквашенная пастеризованная подсырная сыворотка. При низких значениях pH среды в анодной камере происходит дальнейший процесс – протеолиз белков и частичный гидролиз лактозы до глюкозы и галактозы. После электроактивации сквашенная сыворотка нейтрализует

ется катодной фракцией до значений, оптимальных для культивирования бифидобактерий (pH 6,6–6,8), пастеризуется и заквашивается *B. bifidum*.

На рисунке 1 представлена объединенная блок-схема производства функциональных кормовых добавок на основе обогащенной электроактивированной подсырной сыворотки.

По данной блок-схеме предусмотрена выработка кормовых добавок с массовой долей сухих веществ не менее 5 %, 20 % и 40 %: «СОНАЛ», «СОНАЛ-40», «СКЭС-Б» и «СКЭС-Б 20».

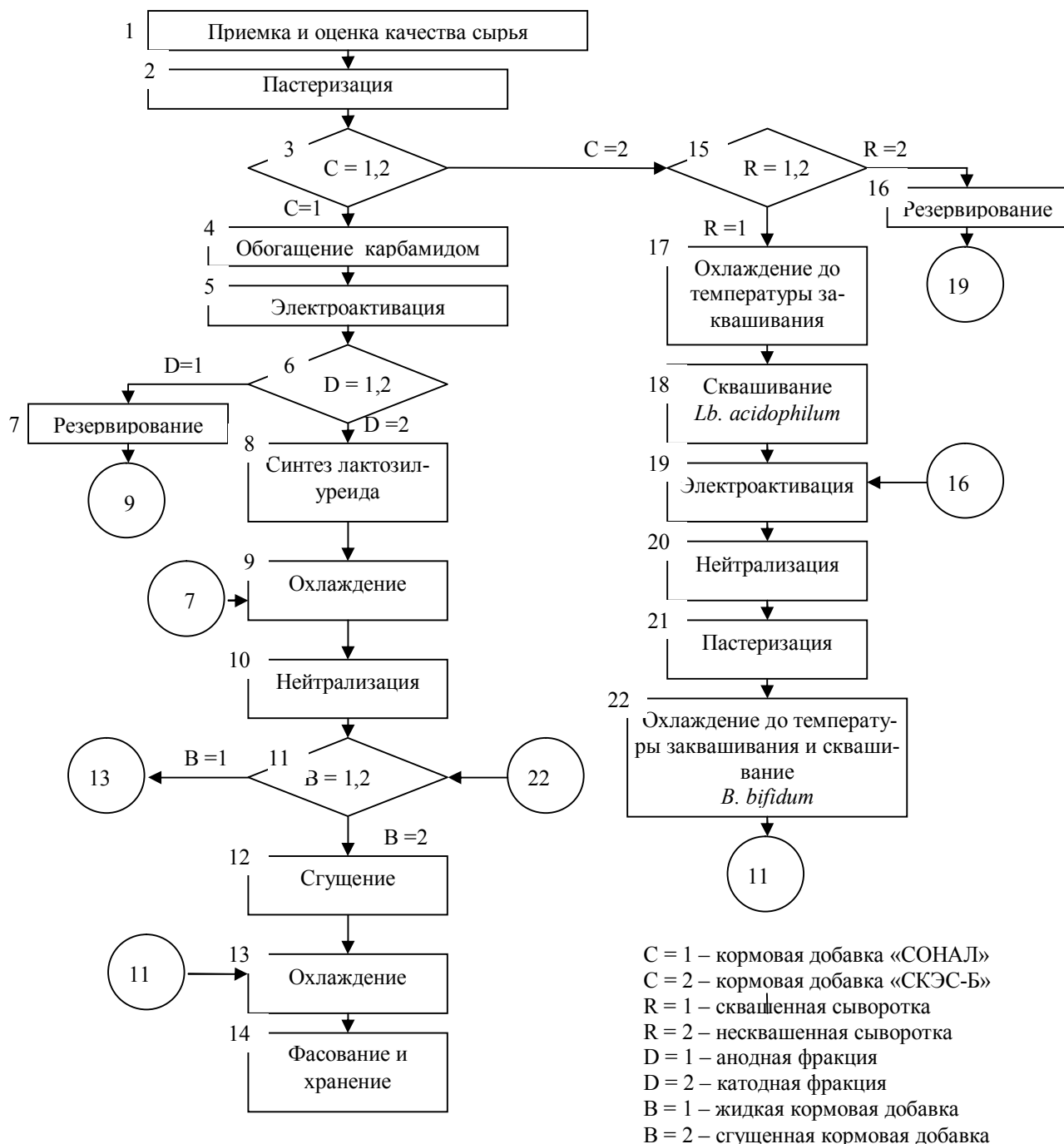


Рис. 1. Блок-схема производства функциональных кормовых добавок на основе обогащенной электроактивированной молочной сыворотки

Кормовые добавки с функциональными свойствами «СОНАЛ», «СОНАЛ-40» можно использовать только для жвачных животных, так как они обогащаются карбамидом. Это связано с тем, что требования к качеству белкового питания неодинаковы у разных видов животных. Так, например, в

организме жвачных животных симбиотическая микрофлора преджелудков способна синтезировать не только заменимые, но и почти все незаменимые аминокислоты из простых источников азота (карбамид и некоторые соли аммония) и углерода и строить белки своего тела [4].

Это объясняется тем, что в рубце жвачных животных под влиянием выделяемого микроорганизмами фермента уреазы карбамид разлагается на аммиак и углекислый газ. Образующийся аммиак вместе с некоторыми другими питательными веществами корма усваивается микроорганизмами рубца, которые синтезируют из них белок. Микроорганизмы вместе с кормом поступают из рубца в сычуг и кишечник, перевариваются, и их белок в нижних отделах желудочно-кишечного тракта животных усваивается, как и любой полноценный белок.

Кормовые добавки с функциональными свойствами «СКЭС-Б» и «СКЭС-Б 20» можно вводить в состав рациона молодняка всех групп сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Бахир В. М., Цикоридзе Н. Г., Спектор Л. Е. [и др.]. Электрохимическая активация водных растворов и её технологическое применение в пищевой промышленности // Обзорная информация. Серия «Пищевая промышленность». Вып. 3. Тбилиси: ГрузНИИТИ. 1988. 80 с.
2. Рябцева С. А., Боданико Ю. А., Поверин А. П. Влияние электроактивированной молочной сыворотки на развитие бифидобактерий *in vitro* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/122.html>
3. Степаненко П. П. Микробиология молока и молочных продуктов: учебник для вузов. Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмоскowie», 1999. 415 с.
4. Мочевина и другие небелковые азотистые соединения в кормлении животных / пер. с англ. В. Р. Зельдер. М.: Колос, 1978. 144 с.