Нормализация кислотности и кислотно–солевого баланса молока

Ионообменные процессы как решение проблемы термостабильности сырого молока.

Г.А. Донская, д. б. н.,
ГНУ ВНИИ молочной промышленности

Производство молочных продуктов высокого качества напрямую связано с термоустойчивостью молока-сырья. Однако поступающее на предприятия молоко зачастую не выдерживает термообработки. В таких случаях для повышения термостабильности молока используют способы предварительного нагревания и химической стабилизации. В обоих случаях меняется состав и качество молока. Введение фосфорно-кислых солей-стабилизаторов приводит к увеличению фосфора, что нежелательно, в первую очередь, для детского организма.

Одним из путей, позволяющих решить эту задачу, является использование ионообменных процессов, реализация которых возможна в статических и динамических условиях.

В основу применения ионообменных процессов в молочной промышленности положены процессы, протекающие на ионитах при контакте их с биологической средой. В зависимости от того, какие ионы обмениваются на смоле — положительные (катионы) или отрицательные (анионы) — ионообменники делятся на катиониты и аниониты.

Ионообменные смолы представляют собой искусственно полученные органические высокомолекулярные соединения.

Катионит КУ-2-8чс, широко используемый в водоподготовке, фармацевтической промышленности, применяемый для регулирования солевого состава жидких сред, имеет гелевую структуру, выпускается чаще всего в водородной форме. Отличается высокой химической стойкостью к щелочам, кислотам, окислителям. Выдерживает температуру 110–120°С, работает в широком интервале pH; обладает высокой механической прочностью.

✓ Ионообменные процессы на катионите происходят по следующей схеме:

R-M1+ + M2+An - ---- R-M2+ + M1+ An -, где:

R – радикал, образующий вместе с ионогенной группой элементарную ячейку ионита;

M1+, M2+ — катионы, входящие в состав ионита и раствора;

An - анионы раствора.

Анионит АВ-17-8чс также имеет гелевую структуру, выпускается в гидроксильной форме.

АВ-17-8чс менее устойчив к температурным факторам в сравнении с катионитом и химическим средам. Он выдерживает температуру не более 60–80°С. Анионит следует хранить в герметично закрытой емкости под слоем воды во избежание поглощения углекислого газа из воздуха.

✓ Ионообменные процессы на анионите происходят по следующей упрощенной схеме:

ROH - + H + An - ----- RAn - + H2O.

С помощью этой реакции снижается кислотность контактируемых с анионитом растворов и биологических сред.

Руководствуясь характеристиками указанных выше смол, мы использовали их для повышения термоустойчивости молока.

Работы, проведенные во ВНИМИ, показали, что термоустойчивость молока можно повысить путем регулирования кислотно-солевого баланса с помощью катионита КУ-2-8чс, либо путем снижения кислотности с использованием анионита АВ-17-8чс.

Схема обработки молока катионитом КУ-2-8чс включает следующие этапы: первичная подготовка катионита (замачивание в воде) — обработка солевым раствором — промывка водой — фильтрация молока через катионит и направление его на термообработку — вытеснение остатков молока из колонны — регенерация (восстановление) и дезинфекция смолы.

Дезинфекцию катионита можно проводить дезинфицирующими растворами или острым паром. После этого цикла обработки смола готова для очередного использования.

В процессе катионообменной обработки происходит незначительное снижение кислотности, частичное восстановление нарушенного солевого баланса молока за счет изменения концентраций Ca, Mg, P. Переход Ca из казеинового комплекса в растворимую форму сопровождается изменением дисперсии казеиновых мицелл. Белок становится более рыхлым, легкоусвояемым, что приводит к повышению термоустойчивости молока. Именно на этом принципе была построена технология получения ионитного молока, предназначенного для выкармливания грудных детей.

Схема обработки молока анионитом АВ-17-8чс включает следующие операции: первичная подготовка анионита (отмывка от щелочи) — фильтрация молока через анионит и направление его на термообработку — вытеснение остатков молока из колонны — регенерация и дезинфекция смолы. После регенерации анионит готов для последующего использования.

В процессе анионообменной обработки происходит снижение концентраций анионов в молоке. Кислотность молока уменьшается от 2 до 7 градусов Тернера, термоустойчивость возрастает с IV до I группы (с 68 до 80% по алкогольной пробе с этиловым спиртом), по тепловой пробе в 2,5–3 раза по сравнению с исходным.

Таблица 1

Физико-химические показатели молока, поставляемого из хозяйств Воронежской области, обработанного ионообменными смолами

Исследуемый показатель	Наименование продукта		
	Молоко исходное сырое	Молоко после фильтрации через анионит OH- форме	Молоко после фильтрации через катионит в K, Na- формах
Кислотность, °Т	18,0	12,0	16,0
pH	6,62	7,01	6,74
Алкогольные пробы (с этиловым спиртом):			
68%	+	+	+
72%	-	+	+
80%	-	+	+
Кипятильная проба	+	+	+
Массовые доли в мг%: Ca Mg	116,9 14,7	111,5 11,3	102,6 5,6
Соотношение ионит: молоко	-	1:80	1:80
Скорость фильтрации молока в объемах влажной смолы в мин.	-	1,0	1,0

Примечание: «+»- выдерживает, «-»- не выдерживает

Таблица 2

Техническая характеристика ионообменных колонн

Показатели	Значение		
	КИ-160	КИ-240	КИ-600
Режим работы	периодический		
Рабочий объем, л	160	240	600
Количество анионита, л	60	80	200
Давление внутри колонны, МПа (кг/см^2), не более	0,07 (0,7)		
Кислотность исходного молока, ° Т	19...25		
Подача молока, л/мин (м^3/ч)	60 (3,6)	80(4,8)	200 (12,0)
Количество молока, обрабатываемого за период, м^3	1,8...3,0	2,4...4	6...10
Продолжительность обработки молока в течение одного периода, мин	30...50		
Продолжительность регенерации анионита в течение одного периода, мин	100...110		
Производительность (с учетом времени регенерации), м^3/ч	0,90...1,28	1...1,6	2,5...4,0
Габаритные размеры (Lx B x H), мм	880x880 x1472	870x870 x1856	1270x1230 x1849
Масса (без анионита), кг	330	350	450

Результаты ионообменной обработки молока с пониженной термоустойчивостью представлены в таблице 1.

Органолептические показатели и биологическая ценность обработанного ионитами молока практически не изменяется. После фильтрации через анионит молоко лишь приобретает слегка сладковатый привкус за счет сорбции анионов Cl, P. В процессе обработки улучшаются качество молока: удаляются различные ксенобиотики, посторонние запахи, несвойственные молоку.

С целью реализации процессов повышения термоустойчивости молока предприятие ООО «Консит-А» разработало и организовало производство трех типоразмеров ионообменных колонн с рабочим объемом от 160 до 600 литров. Техническая характеристика их представлена в таблице 2.

Колонны работают в циклическом режиме. По истечении определенного времени работы требуется проведение регенерации. Предложенный способ повышения термоустойчивости молока не требует больших капитальных вложений, сложного аппаратурного оформления, большого расхода тепла и электроэнергии, является простым по выполнению. Возможность многократного (до 3–5 лет) использования одного объема смолы позволяет до минимума снизить эксплуатационные расходы.

В период после аварии на Чернобыльской АЭС апробированы в промышленных условиях технологии дезактивации, т. е. очистки молока от радионуклидов йода-131, цезия-137, стронция-90. Ионообменные смолы, загруженные в опытные образцы оборудования производительностью 10 т/ч, на порядок снижали концентрацию наиболее опасных для здоровья человека радионуклидов.