

хроматографического разделения фитопрепаратов копеечника забытого на сефадексе LH-20 и его химически модифицированном аналоге. // Ползуновский вестник. № 3. 2009. С. 338-340.

4. Сальникова О.И., Покровский Л.М., Нечепуренко И.В., и соавт. Изучение химического состава корней копеечника чайного с помощью хромато-масс-спектрометрии // Материалы II Всероссийской конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Барнаул. 2005. С. 452- 455.

5. Конарев В. Г., Гаврилюк И. П., Губарева Н. К. Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. // М.:, Колос. 1993. 250с.

6. Карнаухова Н.А. Особенности развития *Hedysarum teinum* (Fabaceae) в природных условиях и при интродукции в центральный сибирский ботанический сад (г. Новосибирск) // Раст. ресурсы. 2007. Вып. 3. С. 14-24.

7. Н.С.Ляпкина, Н.В.Хадеева, С.С.Шаин, А.Н.Майсурян Разработка методов культивирования тканей копеечника *in vitro* // Биотехнология. 1999. №1. С. 55-61.

Федорова Юлия Сергеевна - аспирант кафедры фармацевтической и токсикологической химии ГОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия», Кемерово

Сухих Андрей Сергеевич - к.фарм.н., ст. научный сотрудник Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) ГОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Кемерово

Кузнецов Петр Васильевич - д.фарм.н., проф. зав. кафедрой фармацевтической и токсикологической химии ГОУ ВПО КемГМА, Кемерово

Fedorova Julia S. – Postgraduate student, faculty of pharmaceutical and toxicological chemistry state medical academy Kemerovo, Kemerovo

Sukhikh Andrey S. - The candidate of pharmaceutical sciences, the senior scientific employee of Central Scientifically research laboratory state medical academy Kemerovo, Kemerovo

Kuznetsov Petr V. - The doctor of pharmaceutical sciences, the professor managing faculty of pharmaceutical and toxicological chemistry state medical academy Kemerovo, Kemerovo



УДК 544

Повышение эффективности электродиализной деминерализации молочной сыворотки

Кулинцов П.И.¹, Бобринская Г.А.¹, Селеменев В.Ф.¹,
Гаршина Т.И.², Агупова М.В.¹

¹Воронежский государственный университет, Воронеж
²ООО «Инновационное предприятие «Щекиноазот», Щекино

Поступила в редакцию 2.07.2010 г.

Аннотация

Осуществлена попытка электродиализной деминерализации молочной сыворотки при интенсивных токовых режимах. В состав электродиализатора была включена экспериментальная анионообменная мембрана (с заранее заданной оптимальной селективностью) (АК-70), что привело к более интенсивному процессу деминерализации, чем при использовании промышленной мембраны МА-41.

Ключевые слова: молочная сыворотка, электродиализ, ионообменные мембраны

Attempt of demineralization of whey is carried out at intensive current modes. The experimental anion-exchange membranes (with in advance set optimum selectivity) (AC-70) has been included in structure electro dialyzer that has led to more intensive demineralization process, than at use of industrial membrane MA-41.

Keywords: whey, electro dialysis, ion-exchange membranes

Введение

В настоящее время для большинства российских предприятий молочная сыворотка (МС) — побочный продукт, приносящий одни только проблемы. Это сильнейший загрязнитель окружающей среды: при разложении сывороточного белка происходит поглощение кислорода, при этом нарушается экологический баланс [1]. Электродиализ является одной из наиболее экологически чистой и экономически целесообразной мембранной технологией переработки МС [2]. Однако электродиализное обессоливание сыворотки сопряжено с образованием осадков на поверхностях анионитовых мембран.

Ранее нами были проведены ресурсные испытания по деминерализации МС на полупромышленной электродиализной установке на ООО «Инновационном предприятии «Щекиноазот», в ходе которых наблюдали белково-жировые отложения на поверхности анионообменной мембраны в тракте молочной сыворотки. Причиной образования такого рода отложений может быть недостаточно высокая скорость потока, не качественное сепарирование МС в процессе предподготовки, концентрационная поляризация и т.д. Кроме того, в запредельном токовом режиме подщелачивание рассола приводит к образованию на анионитовой мембране труднорастворимого осадка соли фосфата кальция. Концентрационная поляризация у поверхности анионитовой мембраны при электродиализной деминерализации МС не только ограничивает интенсивность процесса, но и может привести к аварийным ситуациям в результате полной закупорки белковыми и минеральными осадками хотя бы одной из камер обессоливания.

Для предупреждения загрязнения анионитовых мембран белками в процессе деминерализации МС существует множество методов, таких как реверсивный режим электродиализа, нанесение на анионообменные мембраны слоя из ацетилцеллюлозы, внесение в конструкцию электродиализного аппарата дополнительной (кроме анионитовой и катионитовой) инертной мембраны и т.д. [2, 3].

Нами предпринята попытка модифицировать анионообменную мембрану таким образом, чтобы сохранить ее селективные свойства и вместе с тем получить достаточно высокие предельные плотности токов в процессе деминерализации МС.

Эксперимент

Объекты исследования. Объектом исследования являлась товарная сыворотка пастеризованная молочная ТУ 9229-110-04610209-2002 ОАО "Каменкамолоко". Начальная электропроводность сыворотки составляла 7470 мкСм/см.

В работе использовались гетерогенные ионообменные мембраны, предоставленные ООО «Инновационное Предприятие «Щекиноазот» как серийного производства марок МК-40 и МА-41, так и экспериментальные модифицированные мембраны АК-70 с заранее заданной оптимальной селективностью.

Методика эксперимента. Электродиализную деминерализацию МС проводили с использованием лабораторной пятикамерной электродиализной ячейки с мембранами МК-40/МА-41 (вариант 1) и МК-40/АК-70 (вариант 2) (рис. 1). Перемешивание проходило в камерах № 2 и 3. Рабочая площадь мембран 30 см². Процесс обессоливания вели при постоянном напряжении на испытываемой мембране МА-41 (АК-70) 1,5 В.

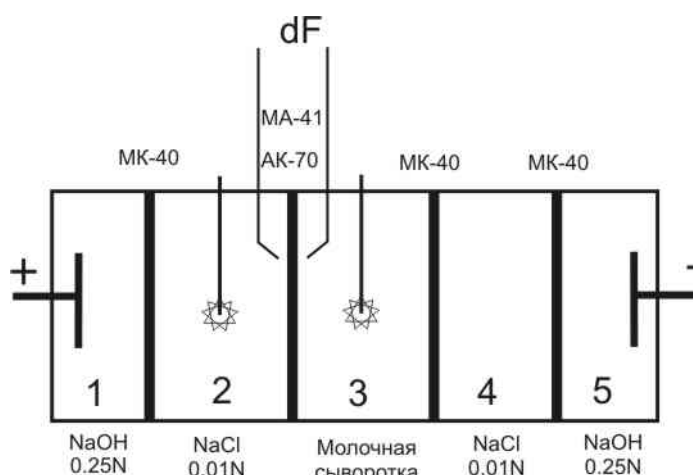


Рис. 1. Схема электродиализной ячейки для деминерализации МС.
dF – падение напряжения на испытываемой мембране (МА-41, АК-70)

Результаты и их обсуждение

За основные характеристики, описывающие процесс электродиализа, были взяты степень деминерализации растворов МС и солесъем при прочих равных условиях.

В первом варианте электродиализа (МК-40/МА-41) степень обессоливания 60% достигается за 1,7 ч, при этом солесъем составил 0,08 кг/(м²·ч). В ходе электродиализа наблюдали образование осадка на исследуемой мембране МА-41, что нашло свое отражение в повышении удельного сопротивления до 8 Ом·см².

Одним из главных факторов, которых влияют на интенсивность переноса ионов при электродиализе, является величина плотности электрического тока. Однако возможность ее увеличения ограничена предельным значением, при котором вследствие различия чисел переноса ионов в мембранах и в растворе на границе раздела фаз возникает концентрационная поляризация. В результате чего происходит подкисление сыворотки в камере обессоливания и подщелачивание рассола. Сывороточные белки при значении рН, характерном для лактозосодержащего сырья, имеют отрицательный заряд. Под действием приложенного напряжения они перемещаются в сторону положительно заряженной анионитовой мембраны МА-41, поэтому на её поверхности образуется белковый осадок. При этом поверхностный

слой анионитовой мембраны приобретает отрицательный заряд, вследствие чего она начинает вести себя как биполярная мембрана. При завышенных токовых режимах снижение величины рН в пограничном слое анионитовой мембраны МА-41 со стороны камеры обессоливания приводит к подкислению сыворотки и нарушению устойчивости сывороточных белков. В результате денатурации белка наблюдается интенсивный перенос аминокислот через анионитовую мембрану МА-41 в рассольную камеру.

Показано, что при втором варианте эксперимента (МК-40/АК-70) процесс электродиализа МС при прочих равных условиях прошел более интенсивно: аналогичная степень обессоливания была достигнута в 1,4 раза быстрее, во столько же раз увеличился и солейем. Образование белкового осадка на исследуемой мембране АК-70 не наблюдалось, удельное сопротивление оказалось ниже чем при использовании мембраны МА-41 и составило $5,2 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$.

Заключение

Использование в ЭДА для деминерализации МС модифицированных мембран с заранее заданной селективностью, таких как АК-70, позволяет снизить белковые отложения на мембранах, ускорить процесс ее обессоливания почти в 1,4 раза при прочих равных условиях.

Список литературы

1. http://www.expert.ru/printissues/ural/2007/22/molochnaya_promyshlennost/
2. Храмов А.Г., Евдокимов И.А., Варданян Г.С., Терновой А.И. Деминерализация лактозосодержащего сырья методом электродиализа. Обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИММП. 1992.-32с.
3. Richard M. Ahlgren. Ultrafiltration and electro dialysis apparatus. Patent US, 4 123 342, Oct. 31.1978.

Кулинцов Петр Иванович - ведущий научный сотрудник кафедры аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета, Воронеж

Бобринская Галина Алексеевна - старший научный сотрудник кафедры аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета, Воронеж

Селеменев Владимир Федорович - заведующий кафедрой аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета, Воронеж

Гаршина Татьяна Ивановна - генеральный директор ООО «Инновационное предприятие «Щекиноазот»

Агупова Мария Владимировна - младший научный сотрудник кафедры аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета, Воронеж

Kulincov Petr I. - chief scientist of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university, Voronezh

Bobrinskaya Galina A. - senior staff scientist of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university, Voronezh

Selemenev Vladimir F. - manager of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university, Voronezh

Garshina Tat'yana I. - general director of UCC «Innovative enterprise «Shchekinoazot»

Agupova Maria V. - junior researcher of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university, Voronezh, e-mail: mariaagupova@yandex.ru