

Из представленных данных следует, что внесение препарата ГОС-1 в количестве 1 % повышает вязкость на 14,7 %, а ГОС-2 в том же количестве – на 22,0 %. При внесении в смесь 3 % ГОС-1 вязкость повышается на 21,2 %, а ГОС-2 – на 30,4 %. Таким образом, внесение галактоолигосахаридов значительно повышает вязкость сквашенной смеси, а следовательно, ГОС можно использовать для улучшения консистенции кисломолочных продуктов.

Итак, на основании полученных результатов исследования можно сделать вывод о том, что препараты галактоолигосахаридов стимулируют развитие и выживаемость в ходе холодильного хранения микроорганизмов закваски. Также выявлено, что внесение ГОС в концентрации 3 % может значительно влиять на технологические свойства сквашиваемой смеси. ГОС повышают вязкость сквашенной смеси, а также могут повышать титруемую кислотность смеси. Следовательно, применение галактоолигосахаридов может позволить сократить время сквашивания, улучшить текстуру получаемого сгустка, а также частично заменить сахарозу в производстве молочных десертов на основе мезофильной закваски.

#### Литература

1. Микрюкова Н. В. Основные аспекты получения функциональных продуктов питания // Молодой ученый. 2012. № 12. С. 90–92.
2. Malla S. Assessing the functional foods and natural health products industry: a complete overview and literature review / S. Malla, J. Hobbs, E.K. Sogah, M.T. Yeung. // April 2013. 17 p.
3. Generally Recognized as Safe (GRAS) Determination for the Use of Galacto-Oligosaccharides (GOS) in Foods and Infant Formulas. Spherix Consulting, Inc. Bethesda, USA. February 3, 2010. 102 p.
4. Icon Group International, Inc. The 2013-2018 World Outlook for Functional Foods and Drinks. 2013. P. 196.
5. Российский рынок пребиотиков олигосахаридов (растительного и животного происхождения) в 2010 году // Маркетинговый обзор. 2010. 149 с.

УДК 637.146.4

**Меркель Артур Сергеевич, Эчер Иржи,  
Евдокимов Иван Алексеевич, Храмов Андрей Георгиевич**

## **ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ**

*В статье обоснована возможность и представлены результаты лабораторных исследований применения электродиализа при удалении минеральных компонентов из молочной сыворотки. Рассчитаны и показаны технические параметры работы электродиализной установки (EDR-Z).*

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, мембранные процессы, обратный осмос, электродиализ, деминерализация.

**Merkel Arthur S., Echer George, Evdokimov Ivan A., Khramtsov Andrey G.  
RECYCLING OF SECONDARY RAW MILK  
WHEY DEMINERALIZATION AFTER THE TREATMENT BY REVERSE OSMOSIS**

*The possibility and the results of laboratory studies with the use of electro dialysis removing minerals from whey have been presented. The technical parameters of the electro dialysis installation (EDR-Z) have been calculated and displayed.*

**Key words:** whey, membrane processes, reverse osmosis, electro dialysis, demineralization.

В процессе производства сыра, творога, казеина или белковых концентратов происходит разделение молока на белково-жировые или белковые концентраты и бесказеиновую фазу – молочную сыворотку.

Состав молочной сыворотки колеблется в значительных пределах и зависит от вида вырабатываемого продукта, массовой доли жира в исходном сырье и готовом продукте. Основную массу в сухих веществах молочной сыворотки (более 70 %) занимает лактоза, 14 % приходится на белковые соединения, около 6 % занимает молочный жир и оставшаяся часть – минеральные вещества. Массовая доля молочного сахара возрастает до 80 %, а доля остальных компонентов близка к таковым в молочной сыворотке. На данный момент существуют технологии по переработке сыворотки. Благодаря научным исследованиям и инновационным техническим разработкам нового поколения появилась возможность переработки молочной сыворотки с созданием промышленных технологий. Мембранные процессы можно разделить на две группы: баромембранные и электромембранные. К баромембранным процессам можно отнести микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и обратный осмос [4].

Мембранные процессы в молочной промышленности представлены и электромембранным процессом – электродиализом (рис. 1). Основное назначение – деминерализация молочного сырья (молочной сыворотки, пермеата после ультрафильтрации). В отличие от нанофильтрации, электродиализ позволяет проводить деминерализацию молочного сырья до уровня 95 %. При этом большим преимуществом процесса электродиализа является возможность регулирования кислотности молочного сырья, что очень актуально при переработке кислой молочной сыворотки – творожной, казеиновой [3; 4].

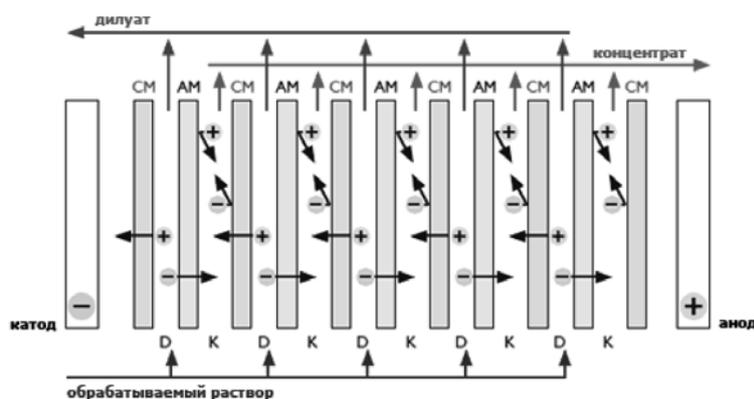


Рис. 1. Схема процесса электродиализа:

CM – катионообменная мембрана, D – камера дилуата; AM – анионообменная мембрана, K – камера концентрата [5]

Удаление молочной кислоты обеспечивает снижение времени кристаллизации и улучшение процесса сушки, понижение гигроскопичности сухой сыворотки, повышение степени ее растворимости.

С целью изучения деминерализации молочной сыворотки (сыворотка после обработки обратным осмосом) были проведены эксперименты по достижению степени 50 %, 70 %, 90 %. На основании полученных данных были построены калибровочные кривые и рассчитаны эксплуатационные характеристики процесса ЭД [2].

Таблица 1

### Основные параметры сырья

Электропроводность (мС/см)	pH(-)	Сухие вещества (г/кг)	Золы (г/кг)	Золы (% сx)	Кислотность (°T)	Сухие вещества (%)
11,98	5,76	160,5	14,2	8,81	33,5	18,7

На рис. 2 показан процесс изменения pH параметра и электропроводности при определенном промежутке времени.

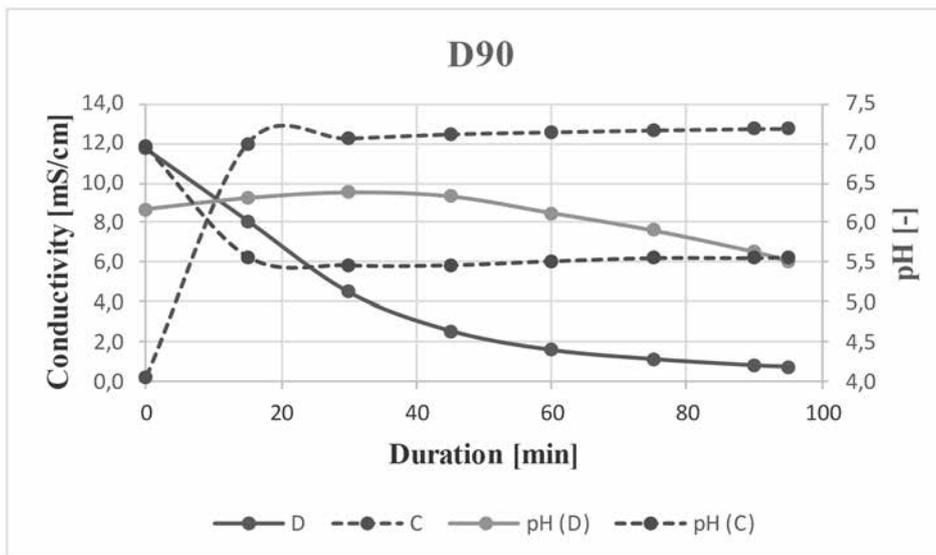


Рис. 2. Степень деминерализации 90 % (зола – 0,59 %)

На рис. 3 показан минеральный состав (на графике 3 и 4 минеральный состав показан в сумме нескольких экспериментов).

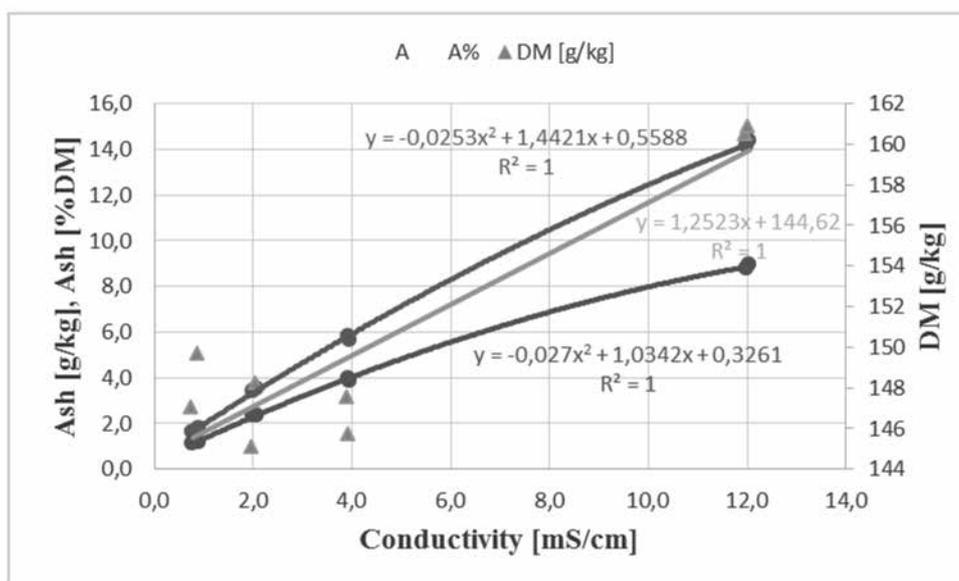


Рис. 3. Изменение содержание зольности в процессе ЭД

На рис. 4 показана зависимость pH и титруемой кислотности в зависимости от степени электропроводности.

В ходе проведенных экспериментальных исследований выявлено, что переработка молочной сыворотки после обратного осмоса весьма перспективна. Процесс показывает, что за определенный промежуток времени из сыворотки удаляются минеральные соли, также благодаря предварительной обработке сырья обратным осмосом.

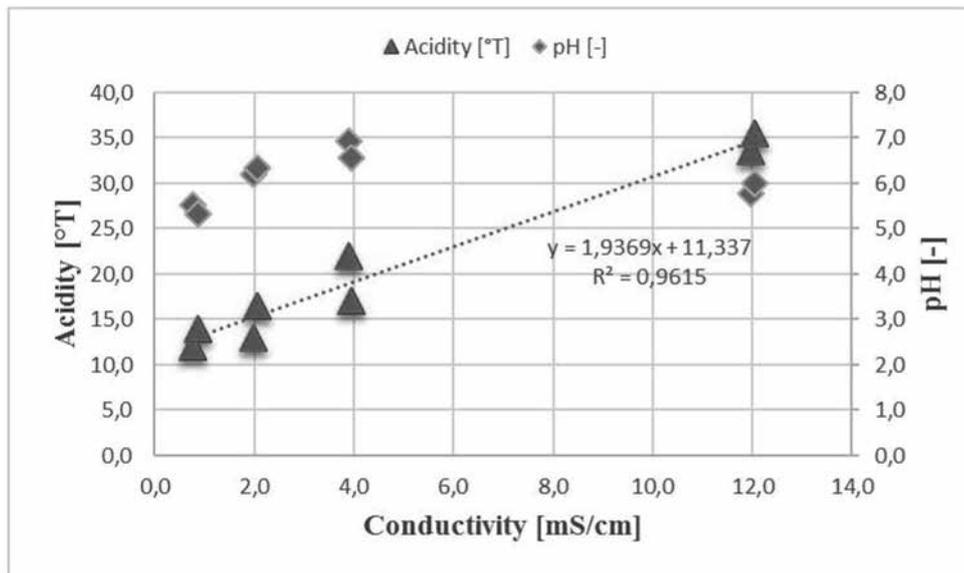


Рис. 4. Зависимость pH и титруемой кислотности от степени электропроводности в процессе ЭД

Данный вид обработки молочной сыворотки позволяет полностью перерабатывать сырье, полученное при производстве сыра и творога. Переработка с помощью электродиализа дает возможность получения новых продуктов питания. Основной задачей является сухая деминерализованная сыворотка с разной степенью отщипки (Д 50 %, Д 70 % и Д 90 %). Одним из перспективных направлений является получение новых функциональных продуктов питания, основанных на деминерализованной сыворотке [2].

На основании данных, полученных в процессе лабораторных тестирований, были построены графики и рассчитаны параметры (табл. 2 и 3).

Таблица 2

**Показатели электропроводности и pH при начальной (F) степени деминерализации и конечной (D50, D70, D90)**

Степень деминерализации	Электропроводность (мС/см)	pH
F	11,98	5,76
D50	3,82	6,56
D70	2,07	6,35
D90	0,881	5,33

Таблица 3

**Параметры производительности**

Commercial designation of the product	J (g.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )	CF (kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )	CD_DM (kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )	α (g/g salt)	mW (kg/kgF)	W/mF (Wh/kg)
D50	203,46	24,32	3,48	2,17	0,65	5,06
D70	168,11	15,94	2,21	3,01	0,75	8,19
D90	113,11	9,70	1,31	3,53	0,95	9,89

*Примечание:* CDP- Коммерческое обозначение продукта, D50, D70, D90 – степень деминерализации сырья; J – транспорт золы через 1м<sup>2</sup> мембраны за час; CF – количество переработанного сырья (1м<sup>2</sup>) за час; CD – количество сухого готового продукта; α – транспорт воды (г/соли); mw – расход воды на кг/сырья; W/mF – энергопотребление на кг/сырья

## Литература

1. [http://ralex.eu/Mega/media/Images/ed\\_ru.png](http://ralex.eu/Mega/media/Images/ed_ru.png)
2. Arthur Merkel, Jiří Ečer, Dairy processing technologies whey protein concentrate and the lactose. P. 12.
3. Храмов А. Г., Нестеренко П. Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. М.: ДеЛи принт, 2004. 587 с.
4. Evdokimov I. We are passing the way that European countries have passed. 2008. P. 26–29.
5. Luboš Novák, David Tvrzník, Aleš Černín. Electromembránové procesy. VŠCHT Praha-2014. P.129.

УДК 622.276.7:622.245

**Перейма Алла Алексеевна, Кукулинская Екатерина Юрьевна**

## **ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОНОВ НА ГАЗООБРАЗОВАНИЕ В ТАМПОНАЖНОМ РАСТВОРЕ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ СЛАБОЦЕМЕНТИРОВАННЫХ ПОРОД ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА**

*В статье содержится рассуждение о том, что для скважин с разрушенной призабойной зоной пласта целесообразно заполнение каверн специальным тампонажным раствором, при твердении образующим искусственный коллектор с необходимыми прочностными свойствами и проницаемостью. Описывается механизм физико-химического взаимодействия ингредиентов с газовыделением в цементном растворе при различной технологии его приготовления.*

**Ключевые слова:** скважина, тампонажный раствор, газообразование, призабойная зона пласта, укрепление, цементный камень

**Pereima Alla A., Kukulinskaya Ekaterina Yu.**

### **IMPACT OF COMPLEXONS ON GAS-FORMATION IN GROUTING MORTAR FOR ENFORCING LOOSE ROCKS AT BED WELL BOTTOM ZONE**

*When dealing with wells that have a destroyed bed well bottom zone it is useful to fill the caverns with grouting mortar, which, when hardens, makes an artificial manifold with due force and permeability. The item offers a description of a mechanism for physical-chemical interaction among the ingredients with gassing in mortar in view of different technologies employed to make it.*

**Key words:** well, grouting mortar, gassing, bed well bottom zone, reinforcement, mortar stone.

При эксплуатации скважин со слабоцементированными рыхлыми коллекторами в условиях форсированного отбора газа с течением времени происходит разрушение призабойной зоны пласта (ПЗП). Интенсивный вынос механических примесей обуславливает образование каверн в призабойной зоне и возникновение песчаных пробок в фильтровой части скважин. При наличии притоков пластовых вод как дополнительного фактора, нарушающего сохранность ПЗП, разрушение песчаных пород увеличивается, что делает задачу укрепления рыхлых пород еще более сложной [1].

Анализ зарубежного и отечественного опыта борьбы с пескопроявлениями при условии образования каверн в ПЗП показывает, что одним из способов укрепления пород в данном случае является создание искусственного коллектора из проницаемого цементного камня.