

7. Полісульфонові мембрани з фотокаталітичними властивостями для концентрування молока

Олег Джоджик, Ірина Колесник, Вікторія Коновалова, Анатолій Бурбан
i_kolesnik@yahoo.com

Національний університет «Кієво-Могилянська академія»

Київ, вул. Сковороди, 2, Україна, 04655

Вступ. Ультрафільтрація є важливим процесом у харчовій промисловості, особливо при виготовленні молочної продукції. Але її використання обмежене забрудненням мембран і наявністю концентраційної поляризації, що спричинює зменшення продуктивності з часом. Один з методів покращення стійкості мембран до забруднення - іммобілізація на поверхні мембран наночастинок з фотокаталітичними властивостями, таких як TiO_2 , ZrO_2 . Однак у літературі відсутні дані про модифікацію поверхні мембран наночастинами SnO_2 , хоча вони також мають фотокаталітичні властивості. Отже, метою дослідження було дослідити закономірності модифікування полісульфонових мембран наночастинами SnO_2 методом «layer-by-layer» та вивчити їхню стійкість до забруднення у процесі концентрування молока.

Матеріали і методи. Для модифікування використовували промислові полісульфонові мембрани UF-PES-020H з відсікаючою здатністю 20 кДа. Мембрани модифікували методом «layer-by-layer». Як позитивно заряджений поліелектроліт використовували поліетиленімін з молекулярною масою 750 кДа, як негативно заряджені – натрій альгінат, κ - і ι -карагінани, натрій карбоксиметилцелюлозу. Як останній негативно заряджений шар наносили наночастинки SnO_2 , стабілізовані розчинами поліелектролітів.

Результати. На першому етапі досліджували ультрафільтрацію білка бичачого сироваткового альбуміну різних концентрацій. Для немодифікованих мембран концентраційна поляризація спостерігається вже при концентрації білка 0,02 %. А для мембран, модифікованих наночастинами, явище концентраційної поляризації у діапазоні концентрацій 0,01-5,00 % не спостерігається. Електрофоретичним методом доведено, що нівелювання явища концентраційної поляризації обумовлено розкладанням білка наночастинами SnO_2 на низькомолекулярні фрагменти.

На другому етапі досліджували вже безпосередньо процес фільтрації молока на модифікованих мембранах. Концентрування молока проводили у 3 рази. Для полісахаридів з сульфогрупами спостерігається суттєве зниження продуктивності мембран з підвищенням тиску, що підтверджує відсутність наночастинок з фотокаталітичними властивостями на поверхні. Показано що для мембран, модифікованих поліелектролітними комплексами з карбоксильними групами, концентраційна поляризація не впливає на продуктивність.

Якість концентрування оцінювали за такими показниками, як густина, рН, сухий залишок, вмісте молочного цукру і казеїну як у фільтраті, так і в концентраті. Також досліджували здатність концентрату до сиротворення.

Дослідження показали, що продуктивність мембран залишається сталою протягом 8 годин у процесі фільтрації молока, тоді як для немодифікованих мембран спостерігається зниження продуктивності на 90 % протягом 20 хвилин. Модифікування мембран поліелектролітними шарами дозволяє затримувати від 20 до 40 % молочного цукру і 30-40 % кальцію, що є сприятливим для подальшого отримання сирів з концентратів. Також сухий залишок у концентраті збільшується у 2-2,5 рази, що приводить до зменшення часу коагуляції молока при сиротворенні у присутності сичужного ферменту (табл.).

Таблиця. Характеристики концентрування молока на модифікованих мембранах

Характеристика	Молоко ТМ «На здоров'я», 1 %	Мембрана, модифікована ПК {ПЕІ-КМЦ} і SnO ₂		Мембрана, модифікована ПК {ПЕІ-альгінат} і SnO ₂	
		Ретенат	Пермеат	Ретенат	Пермеат
Маса сухого залишку, г/дм ³	98	193,4	23,4	239	48,2
Вміст молочного цукру, %	6,77	-*	4,54	-*	5,11
Загальний вміст білків, %	5,42	11,67	0,388	12,774	0,219
Вміст казеїну, %	3,864	8,59	0,276	8,798	0,276
Час сиротворення, с	200	20	...	40	...

* неможливо визначити через відсутність сироватки під час коагуляції молока

Висновок. Розроблено методику модифікування полісульфонових мембран наночастинками SnO₂ з фотокаталітичними властивостями, що надає мембранам антизабруднюючих властивостей і запобігає зниженню їх продуктивності у процесі концентрування молока.