

ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

УДК 637.344:66.067.38

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ ДЛЯ ОБРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

О.В.ГРЕК – к.т.н., доцент,
О.ГАЛАШЕВСЬКА – студентка, УДУХТ
С.ПЦИГАНКОВ – д.т.н, ІХТ

З метою дослідження можливостей обробки молочної сироватки методом ультрафільтрації й оцінки технологічних характеристик різних типів мембран проведена серія експериментів. Вони здійснювались на лабораторній установці плоскорамного типу, з можливістю складання мембранного пакету з кількістю дренажних пластин від 1 до 20 штук, причому кожна пластина мала окремий вихід перміату, що дозволяло одночасно досліджувати кілька різних типів мембран окремо.

Робоча поверхня мембрани на одній пластині становила 0,011 м², висота напірного каналу над мембраною – 0,8-1мм. Ступінь відбору перміату в експериментах не перевищував 1%, тому зміна концентрації вздовж напірного каналу була настільки незначною, що не могла внести суттєвої похибки у вимірювання, коли використовували пакет з різними типами мембран типу "Мифил" та "Владипор".

Робочий тиск на виході з мембранного пакету підтримувався на рівні 0,3±0,01 МПа, а на вході, із-за гідравлічного опору пакету він становив 0,33-0,35 МПа. Лінійна швидкість потоку рідини над мембраною в напірному каналі підтримувалась в межах 2-2,5 м/с. В процесі проведення експерименту у випадку використання різних мембран проби фільтрату з кожної дренажної пластини збирали в окрему ємність, вимірюючи при цьому швидкість об'ємного потоку. Застосовували мембрани слідуєчих типів: ПА-10, ПА-20, УФМ-20, УФМ-50, ПА-100, ПАМ-50, РЦ-300.

Слід зазначити, що у наведених позначеннях типів мембран, число біля виразу літерою – молекулярна маса (в дальтонах) від-

повідного калібранту, який мембрана затримує не менше ніж на 95 %.

В результаті проведених дослідів були зроблені висновки, що мембрани марки "Владипор" є небажаними для широкого використання в молочній промисловості, оскільки вони мають низьку механічну міцність. Мембрани ж марки "Мифил" є мембранами другого покоління. Вони виготовляються на базі різних полімерних матеріалів і являють собою асиметричні пористі плівки з тонким (0,5-5 мкм) селективним шаром, який спирається на крупнопористу основу із того ж полімерного матеріалу. Мембрана нанесена на армуючу підкладку з нетканого лавсану чи поліпропілену, що надає їй необхідного комплексу механічних характеристик. Асиметрична структура забезпечує єдність високої продуктивності фільтрації і затримання розчинених речовин. Ультрафільтраційні мембрани "Мифил" виготовляються у вигляді безперервного полотна шириною 400 мм.

Подальші експерименти проводились з мембранами типів ПА-10, УФМ-50, ПА-100, РЦ-300, технічні характеристики яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики мембран

Тип мембран	Продуктивність по воді, л/м ² год	НММП, Тис Д	Рекомендовані умови експлуатації		
			pH	T, °C	P, МПа
ПА-10	20-40	20	1-12	0-85	0,1-0,5
УФМ-50	140-200	20	2-Ю	0-70	0,1-0,5
ПА-100	100-200	100	1-12	0-85	0,1-0,5
РЦ-300	140-200	100	1-12	0-120	0,1-0,5

Об'єктом дослідження була сироватка з-під сиру кисломолочного, яка мала по найбільш важливим компонентам наступний склад: вміст сухих речовин – 5,8%, вміст білку – 0,6%, лактози – 4%, а також концентрат і фільтрат.

В процесі експерименту визначали основні характеристики ультрафільтраційних мембран: проникність (Q) і селективність (φ) по основним компонентам – білку та лактозі. Освітлення проводили при раніше зазначеному тиску (0,3 МПа). Всі показники вимірювали при досягненні стаціонарного стану в роботі мембрани, коли проникність й в часі практично не змінювалась. Результати вимірювань та розрахунків наведені в таблиці 2.

Далі проникненість мембран та їх селективність по білку й лактозі досліджували в залежності від температури.

Таблиця 2 – Проникненість та селективність по білку та лактозі для різних типів мембран

Тип мембрани	Проникненість, (Q), л/м ² год	Селективність, %	
		по білку (φ_b), %	по лактозі (φ_l), %
ПА-10	12,1	66,6	4,3
УФМ-50	13,9	63,3	5,0
ПА-100	22,7	83,3	7,5
РЦ-300	19,8	51,6	10,5

Вплив температури на проникненість (Q) ультрафільтраційних мембран по сироватці з-під кисломолочного сиру при тиску 0,3 МПа показаний в таблиці 3. Згідно отриманих даних, підвищення температури сироватки до 50 °С у вищезазначених мембран сприяє зросту проникненості. Це пов'язано зі зменшенням в'язкості сироватки, хоча слід приймати до уваги й ймовірність збільшення коефіцієнтів дифузії компонентів сироватки, які приймають участь в перенесенні через мембрану молекул води.

З подальшим збільшенням значень температури спостеріглося зменшення проникненості, що пояснюється усадженням і стисненням пор мембран в процесі структурування полімера. Встановлено, що при температурах вище 50 °С настає незворотня зміна властивостей мембран. При використанні мембран наведених в табл. 2 типів ультрафільтрацію доцільно проводити при температурі 45-50 °С.

Мембрани, що досліджувались, мають значну проникненість завдяки характеру процесу – тангенціальній мембранній фільтрації (чи фільтрації із змивом осаду). Вона відрізняється від традиційної (фронтальної чи тупикової) фільтрації принципом організації процесу очищення рідини, збільшеною швидкістю фільтрування і спрощенням регенерації фільтруючого матеріалу шляхом створення турбулентного потоку рідини. При цьому способі утворення осаду на поверхні розділу мінімальне.

В інтервалі температур 20-70 °С при тиску 0,3 МПа досліджена зміна селективності мембран по білку та лактозі. Отримані результати наведені в таблиці 3.

Слід відмітити, що при ультрафільтрації сироватки з-під сиру кисломолочного селективність мембран по білку та лактозі в інтервалі 20-40 °С від температури практично не залежать. Зміна їх значень спостерігається лише при температурах 40-60 °С. При подальшому підвищенні температури селективність значно погіршується.

Таблиця 3 – Вплив температури ультрафільтрації на проникненість мембран та селективність їх по білку й лактозі при тиску 0,3 Па

Температура, °С	Тип мембран			
	ПА-10	УМФ-50	ПА-100	РЦ-300
Проникненість (Q), л/м ² год				
30	14,1	15,1	26,7	23,9
40	15,8	17,7	32,1	27,6
50	17,5	20,1	35,4	31,3
60	16,8	19,6	34,9	33,2
70	15,9	18,6	33,2	34,3
Селективність по білку (φ_k), %				
30	63,9	54,8	84,2	51,4
40	65,0	56,0	85,0	54,3
50	66,4	58,7	88,3	55,8
60	66,0	58,1	87,8	56,2
70	62,1	56,2	83,9	55,4
Селективність по лактозі (φ_k), %				
30	4,5	4,6	7,2	10,1
40	4,6	4,4	6,9	9,6
50	4,9	4,3	6,2	9,2
60	5,0	4,5	6,3	8,6
70	5,2	4,7	6,8	8,0

З усіх випробуваних типів мембрана ПА-100 має максимальну ступінь вилучення білку із сироватки.

Селективність по жиру всіх досліджених мембран становить 100 %, тобто він із сироватки виділяється повністю і в ультрафільтраті є відсутнім.