

конф. «Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв» – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С. 33-34.

3. Болдир Є.О. Гурський П.В., Іващенко С.Г. Дослідження процесу сушіння зерна пшениці в шафових зерносушарках із застосуванням конвективного способу /Матер. Всеукраїнської науково-прак. Конференції «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» – Харків: ДБТУ, 2023. – С. 52-54.

4. Гурський П.В., Богомолів О.В., Бредихін В.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Заїка В.П., Шерстюк В.С., Кісь В.М., Лук'янов І.М.. Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. Практикум. ХНТУСГ - Харків: «Діса плюс», 2019. - 256 с.

5. Грэг Ван Сикл. Необходимость контроля температуры зерна / Грэг Ван Сикл // Хранение и переработка зерна. – 2017. – № 10. – С. 33–34.

**УДК 664.857:663.81.081.6**

## **СУЧАСНІ ПРОЦЕСИ МЕМБРАННОЇ ОБРОБКИ ФРУКТОВИХ СОКІВ**

**Дейниченко Г.В. д.т.н., професор, Дмитревський Д.В. к.т.н., доцент,  
Лавренюк В.В. здобувач ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто існуючі способи баромембранної обробки фруктових соків та обладнання для їх реалізації. Визначені основні напрями удосконалення процесів концентрування і освітлення соку та обґрунтовано необхідність розробки відповідного обладнання*

Одним з основних напрямків застосування мембран у виробництві соків є їх освітлення та концентрування. Освітлення соків здійснюється з метою руйнування колоїдної системи продукту, видалення високомолекулярних білкових, пектинових і поліфенольних речовин і мікроорганізмів. При цьому необхідною умовою є збереження біологічно активних і цінних компонентів – вітамінів, цукрів, кислот, мінеральних і ароматичних речовин, [1, с.53-60]. Концентрований сік отримується під час переробки соку прямого віджимання. З цією метою сік прямого віджимання може концентруватися різними способами. Серед цих способів широке розповсюдження отримав мембранний спосіб концентрування. До складу концентрованих соків, як правило, додатково не додається ні цукор, ні інші речовини для підсолоджування.

Традиційні технології виробництва соків передбачають фільтрацію свіжовичавленого соку через пористі перегородки з втратою частини цінних речовин, а також введення консервантів і застосування теплової стерилізації для забезпечення необхідних термінів зберігання. Застосування даних технологій не гарантує повного видалення частинок плодової м'якоті і отримання кінцевого продукту з високим рівнем органолептичних показників та харчової цінності. Деякі способи освітлення і стабілізації фруктових соків засновані на внесенні до продукту сторонніх добавок, а саме – матеріалів, що освітлюють. Разом із цими

матеріалами до складу соку часто переходить надмірна кількість мінеральних та інших речовин. Тривалість обробки соків відповідно до традиційної технології становить від 24 до 30 годин. Внаслідок такого тривалого контакту продукту з киснем повітря відбуваються втрати частини біологічної цінності компонентів соку [2, с.1-11].

Для освітлення, стабілізації і концентрування соків та різних напоїв використовують процеси зворотного осмосу, ультрафільтрації, мікрофільтрації та електродіаліз. Мембранні процеси доцільно використовувати в ситуаціях, коли суміш, що розділяється містить лабільні речовини, які легко руйнуються. До таких сумішей відносяться найчастіше рідкі харчові середовища, такі як соки, екстракти, білкові розчини та інші. Розробка мембранних процесів розділення таких рідких середовищ дає можливість створювати принципово нові технологічні схеми і устаткування, для комплексної переробки плодової сировини. Використання сучасних мембранних апаратів дозволяє знизити забруднення навколишнього середовища за рахунок застосування безвідходних технологій, а також отримувати харчові продукти з новими функціональними властивостями і високою харчовою цінністю [3, с.67–77].

Для освітлення соків застосовуються як мікрофільтраційні, так і ультрафільтраційні мембрани. Підготовлений сік на фільтраційній установці поділяється на освітлений пермеат і ретентат з колоїдними речовинами і мікроорганізмами. Ретентат є концентратом, який утворюється під час фільтрації. Ретентат складається, головним чином, із затриманих частинок осаду і суспензії мікроорганізмів. Збільшення концентрації твердих речовин в ретентат призводить до зменшення його загального обсягу. Залежно від технології, яка використовується для переробки, вихід освітленого соку може досягати до 98%. З точки зору організації процесу мембранного освітлення соку, можуть бути реалізовані кілька варіантів його проведення [4, с.89–98].

Значні труднощі практичного застосування ультрафільтраційних методів біотехнології обумовлені забрудненням мембран. При роботі на неочищених препаратах апарат може вийти з ладу протягом декількох днів або годин роботи. Забруднення мембрани можуть викликати колоїдні та зважені частинки, мікроорганізми, органічні сполуки та малорозчинні компоненти розчинів, що осідають на мембрані в процесі концентрування. Серед суспензій найбільший внесок у забруднення мембрани роблять частинки розміром порядку часток мікрона, що призводять до зниження як питомої продуктивності, так і селективності мембрани. Забруднення мембрани залежить від багатьох факторів розміру та концентрації частинок, наявності на них заряду, рН та іонної сили розчину, умов проведення процесу та ін. Мікроорганізми, подібно до колоїдних частинок, осідаючи на поверхні мембрани, створюють додатковий гідравлічний опір потоку фільтрату. З іншого боку, багато хто з них може призвести до біодеструкції мембран. Особливо нестійкі в цьому відношенні ацетатцелюлозні мембрани, які не можна до того ж піддавати термічній стерилізації [5, с.86-93].

Продуктивність мембранного апарата суттєво залежить від способу обробки плодово-ягідної сировини, а також від обробки первинного соку

ферментами. Для того щоб отримати необхідні дані для розробки промислової системи проводиться оцінка основної технології та випробування для підбору раціональних умов фільтрації. На сьогоднішній день широке поширення під час виробництва освітлених концентрованих яблучних соків отримав процес ультрафільтрації. В даному випадку ультрафільтрація може замінити сепаратор, кізельгуровий і пластинчастий фільтрпресами. Крім цього, ультрафільтрація замінює обробку сировини освітлюючими речовинами. Застосування ультрафільтраційної обробки дозволяє видалити тверді частинки, а також високомолекулярні компоненти, якими є крохмаль і білки. В сучасних умовах виробництва ультрафільтрація стала альтернативою, а в деяких випадках і заміною традиційного процесу освітлення, забезпечуючи при цьому більш високу рентабельність процесу і якість продукту. З метою зниження вмісту пектину перед ультрафільтрацією сік необхідно очистити ензимами. Ця технологія гарантує високий вихід продукту, оптимальну продуктивність і якість кінцевого продукту.

Якщо розглядати матеріали, з яких виготовляють мембрани, то полімерні мембрани домінують на промисловому ринку мембранних технологій. Вони відносно дешеві, прості у виготовленні та доступні в широкому діапазоні розмірів пор. Найпоширеніші полімерні мембрани виготовляються з ацетату целюлози, полісульфону, поліефірссульфону, політетрафторетилену, поліпропілену, поліетилену, полівініліденфториду, поліакрилонітрилу та поліамід. Керамічні мембрани виготовляються з неорганічних матеріалів (наприклад, оксид алюмінію, цирконію, титану та кремнезему). Вони виявляють високу стійкість до агресивних середовищ (кислот, лугів, сильних розчинників), а також високу механічну та термічну стійкість. Незважаючи на те, що вартість їх виробництва вища, ніж у полімерних мембран, вони екологічно чисті, довговічні та мають довший термін служби.

Найбільш ефективним та економічно вигідним мембранним методом поділу є тангенціальна фільтрація. Це пов'язано з тим, що поряд з традиційними методами розділення, до яких відносять центрифугування, фільтрацію, відстоювання, тангенціальна фільтрація в проточних мембранних елементах має суттєві переваги, а саме: відсутність застійних зон, високу селективність по відношенню до компоненту, що проходить крізь мембрану, можливість промивання фільтра без розбирання апарату, а також низьку енергоємність, компактність та простоту апаратного оформлення. Широке застосування для процесів мембранного поділу суспензій ультрадисперсних матеріалів знайшли трубчасті фільтри, що мають низьку важливих технологічних переваг у порівнянні з іншими типами фільтрів. Однак, їхня продуктивність не завжди задовільна. Одним із шляхів її підвищення є штучна турбулізація потоку за допомогою вбудованих пристроїв. Реалізація цього підходу вимагає розробки методів розрахунку та проектування трубчастих мембранних апаратів з турбулізуючими пристроями, а також пошуку оптимальних конструктивних рішень та визначення умов проведення. Вони використовуються також для технологічної підготовки води, стабілізації безалкогольних напоїв та

виноградних вин, концентрування натуральних соків, пастеризації, вилучення цінних компонентів з технологічних стоків різних виробництв, освітлення фруктових та овочевих соків, сиропів. У порівнянні з процесами випарювання або виморожування, мембранні методи дозволяють покращити якість та підвищити вихід одержуваних продуктів. На відміну від тупикової фільтрації, тангенціальна фільтрація дозволяє проводити процес у безперервному режимі, при цьому пори мембрани не закупорюються. У процесі тангенціальної фільтрації рідина тече не через мембрану, а вздовж неї. Цей метод створює різницю тиску на мембрані. В результаті певний об'єм рідини проходить через мембрану у вигляді фільтрату, а решта продовжує рухатися по мембрані разом з домішками, які в потоці очищають стінки мембрани. Тангенціальна проточна фільтрація характеризується процесом рециркуляції концентрату через поверхню мембрани. Слабкий поперечний потік рідини мінімізує забруднення мембрани. Це підтримує високу швидкість фільтрації та забезпечує високий вихід продукту. Тангенціальна фільтрація являє собою технологію, в якій використовуються пористі мембрани, здатні затримувати частинки від 0,2 до 0,4 мкм (мікрон). Мембрана, що використовується є вузькою, тому за допомогою цього типу фільтрації видаляються такі мікроорганізми, як дріжджі, що викликають псування продукту. Особливість тангенціальної фільтрації полягає в тому, що продукт подається дотично, а не фронтально до мембрани. Крім того, перевага тангенціальної фільтрації полягає в тому, що середовище, що фільтрує, засмічується тільки на поверхні, що полегшує очищення, яка проводиться після кожного циклу використання. Існує два типи мембран, що використовуються для тангенціальної фільтрації. До них відносяться органічні мембрани та керамічні мембрани.

Застосування мембранних методів у харчовій промисловості дозволяє проводити очищення та концентрування розчинів без підігріву та випарювання. Вони використовуються також для технологічної підготовки води, стабілізації безалкогольних напоїв та виноградних вин, концентрування натуральних соків, пастеризації, вилучення цінних компонентів з технологічних стоків різних виробництв, освітлення фруктових та овочевих соків, сиропів. У порівнянні з процесами випарювання або виморожування, мембранні методи дозволяють покращити якість та підвищити вихід одержуваних продуктів.

### **Список використаних джерел**

1. David Inhyuk Kim, Gimun Gwak, Min Zhan, Seungkwon Hong. Sustainable dewatering of grapefruit juice through forward osmosis: Improving membrane performance, fouling control, and product quality. *Journal of Membrane Science*, 2019. Vol. 578, pp. 53-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.02.031>.

2. Deynichenko G., Dmytrevskyi D., Guzenko V., Omelchenko O., Perekrest V. Prospects of using equipment for membrane separation of food liquids // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2023. – Вип. 13, том 2. С. 1-11. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-12.

3. Cherevko O.I., Deinychenko G.V., Dmytrevskiy D.V., Guzenko V.V., Heiier H.V., Tsvirkun L.O. Application of membrane technologies in modern conditions of juice production. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2020. – Вип. 2 (32). – С. 67–77.

4. Deinychenko G.V., Dmytrevskiy D.V., Zolotukhina I.V., Perekrest V.V., Guzenko V.V. Directions of improvement of processes of membrane separation of juices from fruit and berry raw materials. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2021. – Вип. 1 (33). – С. 89–98. DOI: 10.5281/zenodo.5036090.

5. Дейниченко Г.В., Золотухіна І.В., Дмитревський Д.В., Гузенко В.В., Перекрест В.В., Гладкова О.С. Сучасні технології баромембранних процесів у харчовій промисловості. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Тематичний збірник наукових праць. Кривий Ріг. 2021. № 2 (43). С 86-93.

**УДК 637.5**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТУ ДЛЯ СМАЖЕННЯ СІЧЕНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ**

**Ляшенко Б.В. к.т.н., доцент, Загорулько А.М. к.т.н., доцент,  
Берегович В.С. здобувач ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*Вдосконалено модель апарату для смаження м'ясних січених кулінарних виробів, яка відрізняється способом теплопідведення шляхом заміни металоємних та інерційних нагрівачів на без інерційні з рівномірним розподілом температурного поля ПРЕНВт. Для конденсації соковмісних парів у функціонально замкнутах середовищах використовуються пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі з елементами Пельтьє. При температурі нагрівальних поверхонь (180 °С) холодна сторона елемента Пельтьє забезпечує температуру охолоджуючої рідини до 10 °С. Запропоноване рішення призведе до конкурентоспроможності апарату, що пояснюється отриманими техніко-експлуатаційними показниками.*

На базі кафедри Обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету визначалися шляхи вдосконалення апарату для смаження січених кулінарних виробів під час обігріву робочих поверхонь плівкоподібним резистивним електронагрівачем випромінювального типу (ПРЕНВт [1]) та охолоджуючої платформи з елементами Пельтьє. Запропоновані інженерно-технологічні рішення у вдосконаленому апараті забезпечують конденсацією паровмісної складової у виріб при охолодженні, за рахунок утворення з формуючих осередків функціональних замкнутах середовищ. А використання плівкоподібного резистивного електронагрівача випромінювального типу, забезпечить зменшення металоємності нагрівальних платформ та забезпечить рівномірність смаження за рахунок кондуктивно-інфрачервоного теплопідведення, в умовах