

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

DOI : 10.33274/2079-4827-2021-43-2-86-93
УДК 66.081:628.16:664

Дейниченко Г. В., д-р техн. наук, професор¹
Золотухіна І. В., д-р техн. наук, доцент¹
Дмитревський Д. В., канд. техн. наук, доцент¹
Гузенко В. В., канд. техн. наук, доцент¹
Перекрест В. В., асистент²
Гладкова О. С., здобувач ОС магістра¹

¹ Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна, e-mail: oborud.hduht@gmail.com.

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: perekrest@donnuet.edu.ua.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БАРОМЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

UDC 66.081:628.16:664

*Deynichenko G. V., Grand PhD of Engineering
Science, Professor¹*
*Zolotukhina I. V., Grand PhD of Engineering Science,
Associate Professor¹*
*Dmytrevskiy D. V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*
*Guzenko V. V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*
Perekrest V. V., assistant Professor²
Hladkova O. S., a graduate of a master's degree¹

¹ State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: oborud.hduht@gmail.com.

² Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kriviy Rig, Ukraine), e-mail: perekrest@donnuet.edu.ua.

MODERN TECHNOLOGIES OF BAROMEMBRANE PROCESSES IN THE FOOD INDUSTRY

Мета. Метою статті є аналітичні дослідження способів освітлення та концентрування соків, а також обґрунтування необхідності використання мембранних процесів та обладнання під час виробництва плодоовочевих соків.

Методи. В якості об'єкта дослідження обрані мембранні технології фільтрації, які на сьогоднішній день широко визнані як найбільш перспективні методи очищення рідких харчових середовищ. Дані технології є достатньо перспективними під час проведення процесів концентрування та освітлення фруктових та плодоовочевих соків. Мембрани сприяють ефективному видаленню твердих речовин та бактерій. Мембранні фільтри забезпечують надійний фізичний бар'єр проходження частинок.

Результати. Представлені результати аналізу сучасних методів мембранної обробки рідких харчових продуктів. Проведено огляд сучасного обладнання, яке застосовуються для освітлення і концентрування соку. Розглянуто основні способи обробки соків, зокрема послідовність отримання освітленого соку із застосуванням існуючих технологій і обладнання.

Надійшла до редакції 10.11.2021 р.

© Г. В. Дейниченко, І. В. Золотухіна, В. В. Гузенко,
Д. В. Дмитревський, В. В. Перекрест,
О. С. Гладкова, 2021

Обґрунтовано доцільність застосування мембранних технологій для обробки плодово-ягідних соків. представлено напрями удосконалення процесів концентрування і освітлення соку з плодової сировини, а також необхідність розробки обладнання для їх реалізації. Визначено особливості застосування мікрофільтраційної й ультрафільтраційної мембранної обробки для процесів концентрування та освітлення соків із плодово-ягідної сировини. Проведено аналіз мембранної обробки в тупиковому і тангенціальному режимах. Виявлено основні переваги та недоліки їх застосування в процесах обробки рідких харчових середовищ. Виявлено причини, які ускладнюють широке застосування мембранних технологій в процесах переробки соків. Запропоновано використання мікрофільтраційних і ультрафільтраційних мембранних апаратів для обробки соку. Фільтрація з тангенціальним потоком може використовуватися як для мікрофільтрації, так і для ультрафільтрації фруктових-ягідних соків. Використання тангенціальних фільтрів забезпечує прозорість і мікробіологічну стабільність харчових рідин. Таку продуктивність мембран можна отримати без використання допоміжних речовин і добавок. Це виключає різноманітні проблемні питання, пов'язані з утилізацією цієї продукції. Мембрани за умови правильного використання та своєчасного обслуговування фільтра мають більший термін служби в порівнянні з традиційним тупиковим способом фільтрації. Застосування тангенціальних фільтрів також сприяє збереженню структурних та органолептичних властивостей продукту. Тангенціальні фільтри самоочищаються і не вимагають дорогих витратних матеріалів. Впровадження мембранних технологій в процес обробки дозволить збільшити вихід продукту, зберегти харчову і біологічну цінність освітленого соку, поліпшити якість кінцевого продукту.

Ключові слова: яблучний сік, плодовоовочева сировина, мембранна обробка, мікрофільтрація, ультрафільтрація, концентрація, освітлення.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день плодовоовочева промисловість повинна забезпечувати потреби населення у продуктах харчування високої харчової та біологічної цінності. Одним із таких продуктів є різноманітні плодовоовочеві соки. Соки є важливим продуктом харчування, оскільки забезпечують організм людини комплексом усіх необхідних речовин, таких як вітаміни, макро- та мікроелементи та багато інших корисних речовин [1, 3].

На теперішній час споживання фруктових-овочевих соків постійно зростає. Основними причинами цього є харчова цінність соків, а також рентабельність їх виробництва. Використання сучасного обладнання, яке базується на передових наукових розробках, дозволяє інтенсифікувати виробничий процес і забезпечити швидку переробку великої кількості плодів і овочів для виробництва концентрованих і натуральних соків [2].

Соки містять такі важливі компоненти, як вітаміни, мінерали, фенольні сполуки та інші речовини, що мають антиоксидантні властивості. Наприклад, свіжовичавлений сік містить велику кількість пектину, нерозчинних біополімерів, ліпідів, полісахаридів та інших речовин. Ці речовини можуть бути джерелами помутніння. Наявність колоїдних частинок дисперсії в соку є основною причиною помутніння соку під час зберігання. В результаті відбувається злиття частинок. Спочатку невелике помутніння, потім поступово випадає осад. Під час виробництва освітлених соків колоїдні речовини видаляються. При виготовленні неосвітлених соків використовується тільки освітлення, а колоїдні речовини видаленню не підлягають [4, 5].

Освітлення соку — це процес поділу фруктового соку на осад і прозору рідину. Під час освітлення соку його колоїдна система повністю руйнується. Кількість колоїдів повинна бути зменшена на 20–30 %. Соки після освітлення являють собою рідку фазу продукту з розчиненими в ньому речовинами, вичавленими із плодової тканини. Освітлення соку є одним із найскладніших технологічних процесів. Ця стадія процесу переробки є одним з основних етапів процесу виробництва яблучного соку [6, 7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Процес очищення проводиться з метою колоїдної стабілізації продукту під час зберігання, а також поліпшення органолептичних властивостей продукту та його споживчого вигляду. Для того, щоб продукція відповідала міжнародним стандартам, необхідно використовувати сучасні технології та обладнання

на основі передових науково-технічних розробок. Використання мембранних технологій покращує смак, зовнішній вигляд та харчову цінність фруктових соків. Під час мембранного способу обробки необхідним є збереження вітамінів, амінокислот та інших біологічно активних компонентів. Цього можна досягти, уникаючи термічної стерилізації та консервантів [8, 9].

Мембранні пристрої дозволяють створювати сучасні ефективні технології концентрації соків, а також розширити асортимент продукції. За допомогою ультрафільтраційних і мікрофільтраційних пристроїв можна отримати продукти з регульованим мінеральним і вуглеводним складом. Сьогодні основним застосуванням мембран у виробництві соків є їх освітлення та концентрування. Процес освітлення соків здійснюється з метою руйнування колоїдної системи продукту, видалення високомолекулярного білка, пектинових і поліфенольних речовин і мікроорганізмів. Необхідною умовою є збереження біологічно активних і цінних компонентів — вітамінів, цукрів, кислот, мінералів та ароматичних речовин [10].

Процес ультрафільтрації — це різновид мембранної технології, що використовується у харчовому виробництві. Мембранні технології відрізняються залежно від розміру пор мембран, що використовуються. Ультрафільтрація — це процес поділу, фракціонування та концентрування розчинів за допомогою напівпроникних мембран. Середній діаметр пор мембран становить від 0,01 до 0,20 мкм. Робочий тиск знаходиться в межах від 0,1 до 1,0 МПа. За допомогою ультрафільтраційних пристроїв із вихідного розчину відокремлюють дрібні бактерії та віруси, а також великі білкові молекули. Під час ультрафільтрації вихідний розчин поділяється на два принципово нових продукти: низькомолекулярний (фільтрат) і високомолекулярний. Фільтрат проходить через мембрану і видаляється, а високомолекулярний продукт концентрується. На відміну від мікрофільтрації, процес ультрафільтрації може супроводжуватися адсорбцією розчинених речовин на поверхні пор мембрани і навіть міжмолекулярною взаємодією. Ультрафільтраційні пристрої використовуються для розділення систем, в яких молекулярна маса розчинених компонентів значно перевищує молекулярну масу розчинника [11, 12].

Мембрана, що використовується під час ультрафільтрації та мікрофільтрації, є напівпроникним бар'єром. Цей бар'єр пропускає певні компоненти рідких сумішей. Мембрани повинні мати високу роздільну здатність (селективність); високу питому продуктивність (проникність); хімічну стійкість до навколишнього середовища відокремленої системи; механічна міцність [13].

На тривалість дії мембран, а також термін їх служби істотно впливає процес утворення осаду. Шар осаду зазвичай соленепроникний, закупорює поверхневі пори мембрани, створює додатковий опір потоку і масообміну в прикордонному шарі. Внаслідок цього збільшується концентраційна поляризація на мембранах і знижується їх продуктивність. Явище концентраційної поляризації притаманне майже всім баромембранним процесам. Це явище є збільшенням концентрації розчиненої речовини біля поверхні мембрани [14].

Мета статті. Метою статті є аналітичні дослідження способів освітлення та концентрування соків, а також обґрунтування необхідності використання мембранних процесів та обладнання під час виробництва плодоовочевих соків.

Виклад основного матеріалу досліджень. Баромембранні процеси, такі як зворотний осмос, ультрафільтрація, мікрофільтрація, обумовлені градієнтом тиску по товщині мембран, переважно полімерних, і використовуються для поділу розчинів і колоїдних систем за температура 5...30 °С. Перші два процеси принципово відрізняються від звичайного фільтрування. Якщо під час фільтрування продукт відкладається у вигляді кристалічного або аморфного осаду на поверхні фільтра, то при зворотному осмосі та ультрафільтрації утворюються два розчини, один з яких збагачений розчиненою речовиною. У цих процесах накопичення даної речовини біля поверхні мембрани неприпустимо, оскільки призводить до зниження селективності та проникності мембрани.

Внаслідок різної швидкості проходження компонентів суміші через мембрану відбувається так звана концентраційна поляризація, при якій у прикордонному шарі біля

поверхні перегородки накопичується речовина, що має найменшу швидкість проникнення. В результаті при розділенні рідких сумішей знижуються рушійна сила процесу та відповідна селективність, продуктивність та термін служби мембран. Крім того, можливе осадження на мембрані важкорозчинних солей, а також гелеутворення високомолекулярних сполук, що призводить до необхідності очищення мембран. Для зменшення впливу концентраційної поляризації і поліпшення роботи мембран систему, що розділяється, перемішують, що сприяє вирівнюванню концентрацій компонентів у поверхні перегородки і в ядрі потоку. Перемішування здійснюють шляхом збільшення швидкості потоку (до 3–5 м/с) та турбулізації розчину шляхом застосування спеціальних вставок у вигляді сіток, перфорованих або гофрованих листів, спіралей, кульок; використанням ультразвуку тощо.

Концентраційна поляризація негативно впливає на продуктивність мембран. Через підвищення осмотичного тиску розчину рушійна сила процесу поділу зменшується. Також можливе осадження нерозчинних солей на мембрані, гелеутворення високомолекулярних сполук. В результаті знижується проникність і селективність мембран, значно скорочується термін служби. Залежно від конструкції мембранного апарату, властивостей мембрани, вартості готового продукту, продуктивності машини можливе використання різних методів зниження концентраційної поляризації. Одним з таких методів є турбулентність відокремленого розчину. Відбувається підвищення проникності та селективності мембрани за рахунок зменшення концентрації розчинених речовин у прикордонному шарі. Також відбувається зниження осмотичного тиску і збільшення рушійної сили процесу. Створення пульсуючого потоку може, у свою чергу, збільшити швидкість пристінкових шарів рідини. Це знизить ймовірність появи шару осаду на поверхні мембран. Явище концентраційної поляризації притаманне всім мембранним процесам, включаючи мікрофільтрацію та ультрафільтрацію. Поляризація полягає в тому, що концентрація розчиненої речовини на поверхні мембрани збільшується. Знижуються проникність і селективність мембран, скорочується термін служби мембран. Одним із рішень для зменшення ефекту концентраційної поляризації є створення турбулентності поверхневого шару рідини, прилеглого до поверхні мембрани. Це прискорює перенесення розчиненої речовини до центру розчину, який відокремлюється. Для цього в конструкцію додають різні магнітні мішалки і вібраційні пристрої. Також можливе збільшення швидкості потоку рідини вздовж мембрани та використання турбулізаторів. Одним з конструктивних рішень при створенні обладнання є використання приладів з вузькими каналами. Це рішення спрямоване на створення ламінарного режиму переміщення виробу, що дозволяє підвищити продуктивність агрегатів при збереженні малих габаритів пристрою [15].

Підвищення температури рідини може знизити в'язкість розчину, що відокремлюється, одночасно збільшуючи коефіцієнт дифузії розчиненої речовини. Однак цей метод може бути неприйнятним для очищення соків. Також можливе застосування впливу ультразвукових коливань на прикордонний шар мембрани. Основними технологічними параметрами баромембранних процесів є швидкість фільтрації, селективність і проникність компонентів мембрани. Основними факторами, що впливають на процеси мембранного розділення, є температура, тиск, гідродинамічні умови та утворення осаду на мембранах. Однак основним фактором, що впливає на процеси мікрофільтрації та ультрафільтрації, є робочий тиск. Рушійна сила процесу зростає із збільшенням тиску і, отже, збільшується проникність мембрани [16].

Робочий тиск встановлюється залежно від процесу фільтрації, розчину, що поділяється, типу мембрани, конструкції апарату, гідравлічного опору міжмембранного каналу та дренажу. Вплив температури розчину на процес фільтрації є складним. З підвищенням температури в'язкість і густина розчину зменшуються. При цьому відбувається підвищення осмотичного тиску. Знижена в'язкість і щільність збільшують проникність. Підвищення осмотичного тиску зменшує рушійну силу процесу і знижує проникність мембран. Під час підвищення температури в процесах мікрофільтрації та ультрафільтрації відбувається підвищення проникності та селективності мембрани. Це пов'язано зі зниженням

в'язкості пермеату, а також зменшенням впливу концентраційної поляризації на характеристики мембран. Зі збільшенням концентрації розчину зменшується рушійна сила процесу, збільшуються в'язкість і густина розчину, зменшується проникність мембран. Концентрація також впливає на селективність мембран. У розчинах низької концентрації селективність мембран істотно не змінюється зі зміною концентрації. Збільшення концентрації розчинених речовин у розчині погіршує роботу мембран, знижується питома продуктивність і вибірковість апарату. Збільшення концентрації підвищує осмотичний тиск розчину, що, в свою чергу, зменшує ефективну рушійну силу процесу поділу. В'язкість також збільшується, що призводить до зменшення масообміну. Наслідком цього є зниження питомої продуктивності мембран до мінімуму. У цьому випадку практичне використання баромембранних процесів стає недоцільним.

Тупикова і тангенціальна фільтрація використовується на сучасних підприємствах харчової промисловості. Тупикова фільтрація є високоефективним і економічним способом очищення харчових продуктів, а устаткування для його виконання компактне і зручне в експлуатації (рис. 1).

Тангенціальна фільтрація характеризується проходженням потоку продукту по поверхні мембрани (рис. 2).

Тупикова і тангенціальна фільтрація істотно відрізняються. Під час тупикової фільтрації потік рідини спрямований перпендикулярно до поверхні фільтра, а за тангенціальної фільтрації потік рухається в напрямку, паралельному поверхні мембрани. Як правило, в машинах тангенціальної фільтрації циркуляційний насос створює потік, який рухається по поверхні мембрани. Таким чином, цей потік запобігає утворенню осаду на поверхні мембрани [17].

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 очищують 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.

Висновки. Було встановлено, що під час використання ультрафільтраційних установок зберігаються колоїдні речовини, але при цьому пропускаються всі цінні компоненти соку, такі як цукри, органічні кислоти, мінерали,

розчинні вітаміни та амінокислоти. В результаті використання ультрафільтраційних установок харчова та біологічна цінність освітлених соків не знижується. Виявлено можливості застосування мікрофільтраційної й ультрафільтраційної мембранної обробки для процесів концентрації та освітлення соків із плодово-ягідної сировини. Найбільшою популярністю при проектуванні мембранних систем користуються порожні волокна та рулонні мембранні елементи. Системи на їх основі найдешевші та високопродуктивні. Використання мембранних установок із тангенціальними фільтрами сприяє збереженню структурних та органолептичних властивостей продукту. Крім цього, тангенціальні фільтри самоочищаються і не вимагають дорогих витратних матеріалів.

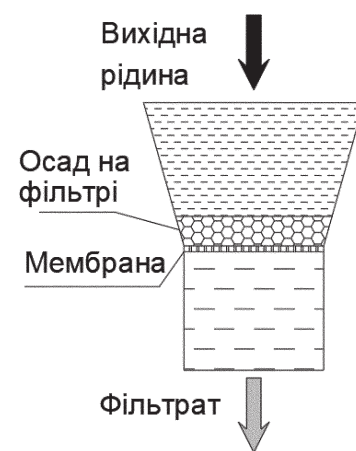


Рисунок 1 — Схема тупикової мембранної фільтрації

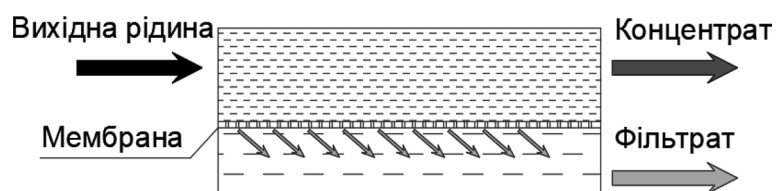


Рисунок 2 — Схема тангенціальної мембранної фільтрації

Список літератури

1. Johanningsmeier, S.D., Harris, G.K. Pomegranate as a Functional Food and Nutraceutical Source. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2011. Vol. 2. pp. 181–201. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030810-153709>.
2. Sharifanfar, R., Mirsaeedghazi, H., Fadavi, A., Kianmehr, M. H. Effect of feed canal height on the efficiency of membrane clarification of pomegranate juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2015. Vol. 39, pp. 881–886. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12299>.
3. Дейниченко Г. В., Дмитревський Д. В., Гузенко В. В., Афукова Н. О. Аналіз застосування мембранних апаратів для виробництва соків із плодової сировини. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 21, т. 1. С. 36–43. doi : 10.31388/2078-0877-2021-21-1-36-43.
4. Slavin, J., Lioyd, B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Journal: Advances in Nutrition*. 2012. № 3. P. 506–516.
5. 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4369743>.
6. 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. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5036090>.
7. Pavan K., Neelesh S., Rajeev R., Sunil K., Bhat Z. F., Dong K. J. Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*, 2013. Vol. 26(9), pp. 1347–1358. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13082>.
8. Conidi C., Drioli E., Cassano A. Perspective of Membrane Technology in Pomegranate Juice Processing: A Review. *Foods*. 2020. Vol. 9, pp. 889–914. <https://doi.org/10.3390/foods9070889>.
9. Herbiga, A.-L., Delchierb, N., Striegelb, L., Rychlikb, M., Renarda C. Stability of 5-methyltetrahydrofolate in fortified apple and carrot purees. *LWT – Food Science and Technology*, 2019. Vol. 107, pp. 158–163. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.010>.
10. Haci, A. G., Pelin, O. B., Ufuk, B. Clarification of Apple Juice Using Polymeric Ultrafiltration Membranes: a Comparative Evaluation of Membrane Fouling and Juice Quality, *Food and bioprocess technology*, 2017. Vol. 10, pp. 875–885. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1871-x>.
11. Zhao, D., Lau, E., Huang, S., Moraru, C. I. The effect of apple cider characteristics and membrane pore size on membrane fouling, *LWT-Food Science and Technology*, 2015. Vol. 64, pp. 974–979. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.001>.
12. Mubaiwaa, J., Foglianob, V., Chidewec, C., Linnemann, A. Modelling the stability of maltodextrin-encapsulated grape skin phenolics used as a new ingredient in apple puree. *Food Chemistry*, 2016. Vol. 209, pp. 323–331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.055>.
13. Bagci, P. O. Effective clarification of pomegranate juice: a comparative study of pretreatment methods and their influence on ultrafiltration flux. *Journal of Food Engineering*, 2014. Vol. 141, pp. 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.05.009>.
14. Zuo, G. Z., Wang, R. Novel membrane surface modification to enhance anti-oil fouling property for membrane distillation application. *Journal of Membrane Science*, 2013. Vol. 447, pp. 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.06.053>.
15. Miyoshi, T., Yuasa, K., Ishigami, T., Rajabzadeh, S., Kamio, E., Ohmukai, Y., Saeki, D., Ni, J., Matsuyama, H. Effect of membrane polymeric materials on relationship between surface pore size and membrane fouling in membrane bioreactors. *Applied Surface Science*, 2015. Vol. 330, pp. 351–357. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.01.018>.
16. Echavarria, A. P., Falguera, V., Torras, C., Berdun, C., Pagan, J., Ibarz, A. Ultrafiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of fruit juices at pilot plant scale. *LWT-Food Science and Technology*, 2012. Vol. 46(1), pp. 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.008>.

17. Verma, S. P., Sarkar, B. Analysis of flux decline during ultrafiltration of apple juice in a batch cell. *Food and Bioproducts Processing*, 2015. Vol. 94, pp. 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.03.002>.

References

1. Johanningsmeier, S.D., Harris, G.K. Pomegranate as a Functional Food and Nutraceutical Source. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2011. Vol. 2. pp. 181-201. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030810-153709>.
2. Sharifanfar, R., Mirsaeedghazi, H., Fadavi, A., Kianmehr, M. H. Effect of feed canal height on the efficiency of membrane clarification of pomegranate juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2015. Vol. 39, pp. 881-886. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12299>.
3. Deinychenko, G. V., Dmytrevskiy, D. V., Guzenko, V. V., Afukova, N. O. (2021). *Analiz zastosuvannia membrannykh aparativ dlia vyrobnytstva sokiv iz plodovoi syrovyny* [Analysis of the use of membrane devices for the production of fruit juices]. *Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu* [Proceedings of the Tavria State agrotechnological university], no. 21 (1), pp. 36-43. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-2021-21-1-36-43>.
4. Slavin, J., Lloyd, B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Journal: Advances in Nutrition*. 2012. № 3. P. 506-516.
5. Cherevko, O. I., Deinychenko, G. V., Dmytrevskiy, D. V., Guzenko, V. V., Heiier, H. V., Tsvirkun, L. A. (2020). Application of membrane technologies in modern conditions of juice production. *Prohresyvna tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli* [Advanced techniques and technologies of food production of the restaurant industry], pp. 67-77. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4369743>.
6. Deinychenko, G. V., Dmytrevskiy, D. V., Zolotukhina, I. V., Perekrest, V. V., Guzenko, V. V. (2021). Directions of improvement of processes of membrane separation of juices from fruit and berry raw materials. *Prohresyvna tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli* [Advanced techniques and technologies of food production of the restaurant industry], pp. 89-98. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5036090>.
7. Pavan K., Neelesh S., Rajeev R., Sunil K., Bhat Z. F., Dong K. J. Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*, 2013. Vol. 26(9), pp. 1347-1358. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13082>.
8. Conidi C., Drioli E., Cassano A. Perspective of Membrane Technology in Pomegranate Juice Processing: A Review. *Foods*. 2020. Vol. 9, pp. 889-914. <https://doi.org/10.3390/foods9070889>.
9. Herbiga, A.-L., Delchierb, N., Striegelb, L., Rychlikb, M., Renarda C. Stability of 5-methyltetrahydrofolate in fortified apple and carrot purees. *LWT – Food Science and Technology*, 2019. Vol. 107, pp. 158-163. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.010>.
10. Haci, A. G., Pelin, O. B., Ufuk, B. Clarification of Apple Juice Using Polymeric Ultrafiltration Membranes: a Comparative Evaluation of Membrane Fouling and Juice Quality. *Food and bioprocess technology*, 2017. Vol. 10, pp. 875-885. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1871-x>.
11. Zhao, D., Lau, E., Huang, S., Moraru, C. I. The effect of apple cider characteristics and membrane pore size on membrane fouling. *LWT-Food Science and Technology*, 2015. Vol. 64, pp. 974-979. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.001>.
12. Mubaiwaa, J., Foglianob, V., Chidewec, C., Linnemann, A. Modelling the stability of maltodextrin-encapsulated grape skin phenolics used as a new ingredient in apple puree. *Food Chemistry*, 2016. Vol. 209, pp. 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.055>.
13. Bagci, P. O. Effective clarification of pomegranate juice: a comparative study of pretreatment methods and their influence on ultrafiltration flux. *Journal of Food Engineering*, 2014. Vol. 141, pp. 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.05.009>.
14. Zuo, G. Z., Wang, R. Novel membrane surface modification to enhance anti-oil fouling property for membrane distillation application. *Journal of Membrane Science*, 2013. Vol. 447, pp. 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.06.053>.

15. Miyoshi, T., Yuasa, K., Ishigami, T., Rajabzadeh, S., Kamio, E., Ohmukai, Y., Saeki, D., Ni, J., Matsuyama, H. Effect of membrane polymeric materials on relationship between surface pore size and membrane fouling in membrane bioreactors. *Applied Surface Science*, 2015. Vol. 330, pp. 351–357. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.01.018>.
16. Echavarria, A. P., Falguera, V., Torras, C., Berdun, C., Pagan, J., Ibarz, A. Ultrafiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of fruit juices at pilot plant scale. *LWT-Food Science and Technology*, 2012. Vol. 46(1), pp. 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.008>.
17. Verma, S. P., Sarkar, B. Analysis of flux decline during ultrafiltration of apple juice in a batch cell. *Food and Bioprocesses Processing*, 2015. Vol. 94, pp. 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.03.002>.

Objective. *The purpose of the article is analytical studies of methods for clarifying and concentrating juices, as well as substantiating the need to use membrane processes and equipment in the production of fruit and vegetable juices.*

Methods. *Membrane filtration technologies have been selected as the object of research, which are widely recognized today as the most promising methods of purification of liquid food media. These technologies are quite promising during the processes of concentration and clarification of fruit and vegetable juices. Membranes help to effectively remove solids and bacteria. Membrane filters provide a reliable physical barrier to the passage of particles.*

Results. *The results of the analysis of modern methods of membrane processing of liquid food products are presented. An overview of modern equipment used for clarification and concentration of juice. The main methods of juice processing are considered, in particular the sequence of obtaining clarified juice using existing technologies and equipment. The expediency of using membrane technologies for processing fruit and berry juices is substantiated. the directions of improvement of processes of concentration and clarification of juice from fruit raw materials, and also necessity of development of the equipment for their realization are presented. Peculiarities of application of microfiltration and ultrafiltration membrane processing for processes of concentration and clarification of juices from fruit and berry raw materials are determined. The analysis of membrane processing in dead-end and tangential modes is carried out. The main advantages and disadvantages of their use in the processing of liquid food media are identified. The reasons which complicate wide application of membrane technologies in processes of processing of juices are revealed. The use of microfiltration and ultrafiltration membrane devices for juice processing is proposed. Tangential flow filtration can be used for both microfiltration and ultrafiltration of fruit juices. The use of tangential filters provides transparency and microbiological stability of food liquids. Such performance of membranes can be obtained without the use of excipients and additives. This eliminates a variety of problems associated with the disposal of these products. Membranes, with proper use and timely maintenance of the filter, have a longer service life compared to the traditional dead-end method of filtration. The use of tangential filters also helps to preserve the structural and organoleptic properties of the product. Tangential filters are self-cleaning and do not require expensive consumables. The introduction of membrane technologies in the processing process will increase the yield of the product, preserve the nutritional and biological value of clarified juice, improve the quality of the final product.*

Key words: *apple juice, fruit and vegetable raw materials, membrane processing, microfiltration, ultrafiltration, concentration, clarification.*