



Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

DOI: 10.37128/2520-6168-2023-1

Machinery  
Energetics  
Transport  
of Agribusiness



**ТЕХНІКА**  
**ЕНЕРГЕТИКА**  
**ТРАНСПОРТ АПК**



*Всеукраїнський науково-технічний журнал*

**ТЕХНІКА,  
ЕНЕРГЕТИКА,  
ТРАНСПОРТ АПК**

*№ 1 (120) / 2023*

**м. Вінниця - 2023**

**ТЕХНІКА,  
ЕНЕРГЕТИКА,  
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування  
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою «Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту».  
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.  
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
КВ № 16644–5116 ПР від 30.04.2010 р.

*Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Токарчук О.А. (головний редактор) та інші. Вінниця, 2023. № 1 (120). С. 158.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 9 від 01.05.2023 р.)*

*Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.*

*Журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» включено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 року №886);*

*- присвоєно ідентифікатор цифрового об'єкта (Digital Object Identifier – DOI);*

*- індексується в CrossRef, Google Scholar;*

*- індексується в міжнародній наукометричній базі [Index Copernicus Value](#) з 2018 року.*

**Головний редактор**

**Токарчук О.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Заступник головного редактора**

**Веселовська Н.Р.** – д.т.н., професор, Вінницький національний аграрний університет

**Відповідальний секретар**

**Полєвода Ю.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Члени редакційної колегії**

**Булгаков В.М.** – д.т.н., професор, академік НААН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Купчук І.М.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Граняк В.Ф.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

**Спірін А.В.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Іванчук Я.В.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

**Твердохліб І.В.** – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Іскович – Лотоцький Р.Д.** – д.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет

**Цуркан О.В.** – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Яронуд В.М.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

**Йордан Максимов** – д.т.н., професор Технічного університету Габрово (Болгарія)

Відповідальний секретар редакції **Полєвода Ю.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет  
Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. (0432) 46–00–03

Сайт журналу: <http://tetapk.vsau.org/>

Електронна адреса: [pophv@ukr.net](mailto:pophv@ukr.net)



## ЗМІСТ

## I. АГРОІНЖЕНЕРІЯ

<i>Алієв Е.Б., Бабин І.А., Сокол С.П.</i> <b>ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АЕРОДИНАМІЧНОЇ СЕПАРАЦІЇ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО СИПКОГО МАТЕРІАЛУ.....</b>	<b>5</b>
<i>Борисюк Д.В., Твердохліб І.В., Купчук І.М., Полєвода Ю.А.</i> <b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКОВОГО ВУЗЛА МАТОЧИНИ КЕРОВАНИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 1,4...</b>	<b>14</b>
<i>Дуганець В.І., Грушецький С.М., Токарчук О.А., Бончик В.С., Федірко П.П.</i> <b>АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОБОТОЗДАТНОСТІ НА ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ ТА ІНШИХ КУЛЬТУР.....</b>	<b>21</b>
<i>Єленич А.П., Ємчик В.В.</i> <b>ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТРАКТОРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ КОМПАНІЇ CASE.....</b>	<b>29</b>
<i>Кондратюк Д.Г.</i> <b>ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ШИРИНИ ЗАХВАТУ РОТАЦІЙНИХ ГРАБЛІВ З КЕРОВАНИМИ ГРАБЛИНАМИ.....</b>	<b>40</b>
<i>Кюрчев В.М., Веселовська Н.Р., Бурлака С.А.</i> <b>ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОМБІНОВАНИХ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....</b>	<b>48</b>
<i>Рябошанка В.Б., Нагорняк І.О.</i> <b>ПІДБІР МОДЕЛІ ТУРБОКОМПРЕСОРА ДЛЯ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ДИЗЕЛІВ З ВІЛЬНИМ ВПУСКОМ НА ДИЗЕЛІ З ТУРБОНАДДУВАННЯМ.....</b>	<b>54</b>
<b>II. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ</b>	
<i>Іскович-Лотоцький Р.Д., Шевченко В.В., Веселовська Н.Р., Залізняк Р.О.</i> <b>ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ В САДКАХ ТА ВИНОГРАДНИКАХ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОСТРУМЕНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....</b>	<b>64</b>
<i>Матвійчук В.А., Михалевич В.М., Штуць А.А.</i> <b>АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ВИСАДЖУВАННІ РЕСУРСОЩАДНИМ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....</b>	<b>76</b>
<i>Пазюк В.М.</i> <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЯ РІПАКУ ЯК ОБЄКТУ СУШІННЯ.....</b>	<b>86</b>
<i>Полєвода Ю.А., Кравець С.М.</i> <b>СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ.....</b>	<b>94</b>
<i>Руткевич В.С., Шаргородський С.А.</i> <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАЛЬМУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ЗА ДОПОМОГОЮ ОБ'ЄМНОЇ ГІДРОТРАНСМІСІЇ ГСТ-90.....</b>	<b>102</b>
<i>Телятник І.А.</i> <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ГІДРОІМПУЛЬСНОМУ ВПЛИВІ.....</b>	<b>110</b>
<i>Яропуд В.М., Лавренюк П.П.</i> <b>ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОНВЕКТИВНОЇ СУШАРКИ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ.....</b>	<b>120</b>
<b>III. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА</b>	
<i>Граняк В.Ф., Дудник В.О.</i> <b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ПУСКОВОГО МОМЕНТУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ВІД ПОЧАТКОВОГО КУТОВОГО ПОЛОЖЕННЯ РОТОРА.....</b>	<b>132</b>



## CONTENTS

## I. AGROENGINEERING

<i>Elchyn Aliiev, Ihor Babyn, Serhiy Sokol</i> <b>NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF AERODYNAMIC SEPARATION OF FINE-GRAINED BULK MATERIAL .....</b>	<b>5</b>
<i>Dmytro Borysiuk, Igor Tverdokhlib, Ihor Kupchuk, Yurii Polievoda</i> <b>MATHEMATICAL MODEL OF DIAGNOSTIC BEARING ASSEMBLY OF HUB OF STEERING AXLES OF WHEEL TRACTORS OF DRIVING CLASS 1,4.....</b>	<b>14</b>
<i>Vasyl Duganets, Sergii Hrushetskyi, Oleksii Tokarchuk, Vitalii Bonchyk, Pavlo Fedirko</i> <b>ANALYSIS OF THE MAIN MALFUNCTIONS OF GRAIN HARVESTERS AND WAYS TO INCREASE THEIR EFFICIENCY IN HARVESTING GRAIN, LEGUMINOUS AND OTHER CROPS.....</b>	<b>21</b>
<i>Viktor Yemchuk, Anatoliy Yelenych</i> <b>DESIGN FEATURES OF CASE AGRICULTURAL TRACTORS.....</b>	<b>29</b>
<i>Dmytro Kondratuk</i> <b>CHOOSING A REASONABLE GRIP WIDTH OF ROTARY RAKES WITH CONTROLLED RAKES.....</b>	<b>40</b>
<i>Volodymyr Kyurchev, Nataliya Veselovska, Serhii Burlaka</i> <b>INCREASING THE TRACTION AND TRACTION CHARACTERISTICS OF THE ENERGY VEHICLE WHEN CARRYING OUT COMBINED SOIL PROCESSING OPERATIONS.....</b>	<b>48</b>
<i>Vadim Ryaboshapka, Ivan Nahorniak</i> <b>CHOOSING A TURBOCOMPRESSOR MODEL FOR CONVERTING FREE INLET DIESELS TO TURBOCHARGED DIESELS.....</b>	<b>54</b>

## II. APPLIED MECHANICS. MATERIALS SCIENCE. INDUSTRY MACHINERY BUILDING

<i>Rostyslav Iskovich-Lototskyi, Vasyl Shevchnko, Nataliia Veselovska, Roman Zalizniak</i> <b>INCREASING THE PRODUCTIVITY OF PILE DIVING IN ORCHARDS AND VINEYARDS BY USING HYDROJET TECHNOLOGY.....</b>	<b>64</b>
<i>Viktor Matviychuk, Volodymyr Mikhalevich, Andrii Shtuts</i> <b>ANALYSIS OF THE STATE OF STRESS AND DEFORMATION OF THE MATERIAL OF THE BILLET WHEN PLANTING BY THE RESOURCE-SAVING METHOD OF STAMPING BY ROLLING.....</b>	<b>76</b>
<i>Vadym Paziuk</i> <b>STUDY OF THE PROPERTIES OF RAPESEED AS A DRYING OBJECT.....</b>	<b>86</b>
<i>Yuriy Polyevoda, Svetlana Kravets</i> <b>MODERN INNOVATIVE CLEANING TECHNOLOGIES IN THE FOOD INDUSTRY.....</b>	<b>94</b>
<i>Volodymyr Rutkevych, Serhiy Shargorodskiy</i> <b>STUDY OF THE BRAKING PROCESS OF A GRAIN HARVESTER USING VOLUME HYDROTRANSMISSION GST-90.....</b>	<b>102</b>
<i>Inna Telyatnik</i> <b>RESEARCH OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION UNDER HYDRO-IMPULSE INFLUENCE.....</b>	<b>110</b>
<i>Vitalii Yaropud, Petro Lavreniuk</i> <b>WAYS OF IMPROVING THE DESIGN OF THE WALNUT CONVECTIVE DRYER.....</b>	<b>120</b>

## III. ELECTRICAL ENERGY, ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

<i>Valerii Hraniak, Volodymyr Dudnyk</i> <b>MATHEMATICAL MODEL OF THE DEPENDENCE OF THE STARTING TORQUE OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRICAL MOTOR ON THE INITIAL ANGULAR POSITION OF THE ROTOR.....</b>	<b>132</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------



УДК 664.8.022.6

DOI: 10.37128/2520-6168-2023-1-11

**СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ**

**Полєвода Юрій Алікович**, к.т.н., доцент  
**Кравець Світлана Миколаївна**, асистент  
Вінницький національний аграрний університет

**Yurii Polievoda**, Ph.D., Associate Professor  
**Svetlana Kravets**, Assistant  
Vinnytsia National Agrarian University

*В статті проведено огляд сучасних інноваційних технологій очищення, які використовуються в харчовій промисловості. Розглянуто різні технології очищення продуктів харчування, включаючи механічні, термічні та хімічні методи.*

*Окрема увага приділена новітнім способам очищення, таким як мембранна технологія та іоннообмінна хроматографія. Досліджено можливості застосування нанотехнологій у харчовій промисловості.*

*Однією з інноваційних ідей є очищення продукту в харчовій галузі мембранним фільтруванням. Ця технологія дозволяє очищати рідини та розчини від забруднень, в тому числі бактерій та мікроорганізмів, за допомогою мембран з різною пористістю. Мембрани можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як полімери, кераміка, метали тощо.*

*Іншою технологією є ультразвукове очищення, яке використовується для фільтрування рідин від бруду, включаючи частки їжі та мікроорганізмів. Під час процесу ультразвукового очищення високочастотні звуки створюються в рідині, що призводить до появи хвиль, які розбивають бруд та мікроорганізми на дрібні частинки, які можуть бути легко видалені.*

*Крім того, в харчовій галузі використовуються інноваційні методи очищення, такі як електрофорез та фотокаталітичне очищення. Електрофорез використовує електричне поле для очищення рідин та розчинів від забруднень. Фотокаталітичне очищення являє собою застосування світла та каталізаторів для фільтрування рідин та повітря від забруднень.*

*У сучасній харчовій промисловості інноваційні технології очищення дозволяють покращити якість та безпеку продуктів харчування, зменшити витрати на фільтрування та збереження навколишнього середовища. Такі методи стають все більш популярними в індустрії харчування та дозволяють забезпечити споживачів продуктами відповідної якості.*

*Також у статті розглядаються переваги та недоліки кожного методу очищення та його застосування в різних галузях харчової промисловості. Детально описуються процеси фільтрації для різних продуктів, таких як молоко, сік тощо.*

**Ключові слова:** очищення, фільтрація, технологія очищення, частинки, процес, методи.

**Ф. 1. Рис. 2. Табл. 3. Літ. 8.**

---

**1. Постановка проблеми**

Харчова галузь постійно розвивається та вдосконалюється завдяки застосуванню новітніх технологій. Один з найбільш важливих аспектів, на який звертається увага - це очищення продуктів. Недосконалість цих процесів може призвести до ризику захворювання та небезпеки для споживачів [1].

Сьогодні існує безліч інноваційних технологій, які дозволяють ефективно та безпечно очищати продукти в харчовій галузі. Розглянемо деякі з них.

Електролітична обробка (ЕЛО) - це технологія очищення води, що використовується в харчовій галузі [2]. Вона включає в себе проходження струму через розчин води, що містить продукт, і в результаті дисоціації молекул води відбувається електроліз, що дозволяє очищувати воду від забруднень та бактерій. Технологія ЕЛО застосовується для очищення води від забруднень у процесах виробництва харчових продуктів, таких як молоко, сік, сир тощо.

Гідроциклонне очищення - це інноваційна технологія, яка використовується для очищення води від різних забруднень, таких як пісок, глина та інші частки. Технологія полягає у відокремленні різних фракцій забруднень за допомогою гідродинамічного режиму, що дозволяє відокремлювати



маленькі частки від більших. Ця технологія застосовується у виробництві молока, соків, пива та інших напоїв, щоб очистити їх від непотрібних часток та забруднень [2].

Технологія фільтрації з використанням мембран дозволяє ефективно очищати продукти від бактерій та інших забруднень. Ця технологія базується на використанні спеціальних мембран, які дозволяють пропускати тільки певний тип молекул, відділяючи забруднення від продукту. Фільтрація з використанням мембран широко застосовується у виробництві вина, пива, соків та інших напоїв.

Ультразвукова очистка - це інноваційна технологія, яка використовується для очищення рідини та неконденсованих продуктів від бактерій та забруднень. Ця технологія базується на використанні ультразвукових хвиль, які створюються в рідині та створюють різний тиск, що дозволяє очищати продукт від забруднень та бактерій [3]. Ультразвукова очистка використовується у виробництві соків, молока, пива та інших напоїв.

Вакуумна очистка - це технологія, яка використовується для очищення продуктів від повітря, що може впливати на якість продукту та тривалість його зберігання. Ця технологія включає в себе вакуумування продукту та забезпечення низького тиску, що дозволяє видалити повітря з продукту. Вакуумна очистка застосовується у виробництві м'ясних та рибних продуктів, молока, сирів та інших продуктів.

Електрофізичні технології очищення - це технології, які використовують електричні поля для очищення продукту від забруднень та бактерій. Ці технології включають в себе електропастеризацію, електродіаліз та інші методи [4].

Радіаційна обробка - це технологія, яка використовується для очищення продукту від бактерій та інших забруднень за допомогою радіації. Ця технологія використовується для консервування та зберігання продукту. Радіаційна обробка використовується у виробництві спецій, м'ясних продуктів, фруктів та овочів. Використовується у виробництві молока, соків, пива та інших продуктів [5].

В харчовій галузі існує потреба в ефективних технологіях очищення продуктів харчування від забруднень та шкідливих речовин, які можуть бути шкідливими для здоров'я людини. На сьогоднішній день, існуючі технології очищення мають свої обмеження та не завжди є ефективними. Тому виникає необхідність у розробці та застосуванні нових, більш ефективних технологій очищення продукту в харчовій галузі.

---

## 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень та публікацій у галузі очищення в харчовій промисловості свідчить про постійне вдосконалення технологій та впровадження новітніх розробок з метою поліпшення якості та ефективності процесів очищення [6]. У дослідженнях було виявлено, що застосування інноваційних технологій, таких як мембранні технології, електрофорез, високочастотні ультразвукові системи, дозволяє зменшити витрати матеріалу та ресурсів, покращити якість та безпеку харчових продуктів, а також знизити вплив на довкілля. Дослідники активно вивчають також можливості використання наночастинок та біотехнологій для покращення процесів очищення та збереження якості харчових продуктів [7]. У цілому, останні дослідження в галузі очищення у харчовій промисловості свідчать про постійний розвиток технологій та збільшення ефективності процесів очищення за допомогою новітніх інноваційних розробок.

---

## 3. Мета досліджень

Метою статті є огляд найновіших досягнень в області очищення харчових продуктів, аналіз вже відомих на базі ТОВ „Агрона Фрут Україна“ та опис нових інноваційних технологій, які можуть бути використані в процесі їх виробництва. Також метою є визначення переваг та недоліків різних технологій та їх вплив на показники якості та безпеки продуктів.

---

## 4. Виклад основного матеріалу

Під час виробництва соку використовуються різні сучасні технології та апарати, які допомагають підвищити продуктивність, збільшити якість та знизити витрати на виробництво. Деякі з них описані нижче.

Віджимання на пресах - це технологія, яка використовується для отримання соку з фруктів та овочів. Ця технологія полягає в тому, що продукт поміщається в спеціальний прес, де за допомогою



механічної дії віджимається сік з пульпи. Віджимання на пресах дозволяє отримати якісний сік з мінімальним вмістом твердих частинок.

Фільтрування - це технологія, яка використовується для очищення соку від твердих частинок та інших забруднень. Після віджимання на пресах сік проходить через спеціальні фільтри, які утримують тверді частинки та допомагають забезпечити якість продукту.

Ультрафіолетова обробка - це технологія, яка використовується для знищення бактерій та інших мікроорганізмів у соку. Ультрафіолетова обробка полягає в тому, що сік проходить через спеціальний апарат, де він опромінюється ультрафіолетовим випромінюванням. Це дозволяє знищити бактерії та забезпечити безпеку продукту.

Обробка високим тиском - це технологія, яка використовується для збереження якості соку та зниження кількості бактерій в ньому. Вона полягає в тому, що сік піддається обробці високим тиском, який може досягати значень до 600 МПа. Під високим тиском бактерії та інші мікроорганізми знищуються, а сік залишається свіжим та зберігає всі корисні властивості [8].

Обробка газами - це технологія, яка використовується для підвищення тривалості зберігання соку. Зазвичай для цього використовують гази, такі як кисень, азот або вуглекислий газ. Гази впливають на структуру та фізичні властивості продукту, знижують активність ферментів та сприяють збереженню якості.

Ультразвукова обробка - це технологія, яка використовується для покращення якості та збільшення виходу продукту. Ультразвукова обробка полягає в тому, що на сік впливає ультразвукова хвиля, яка діє на клітинну структуру фруктів та овочів. Це допомагає звільнити більше соку з пульпи та покращити його якісні показники.

Під час виробництва соку використовуються різні сучасні технології та апарати, які допомагають підвищити продуктивність, збільшити якість та знизити витрати на виробництво. Технології віджимання на пресах, фільтрування, ультрафіолетова обробка, високим тиском, газами та ультразвуковою обробкою мають свої переваги та застосовуються залежно від потреб виробництва. Використання цих технологій дозволяє забезпечити високу якість та безпеку продукту.

ТОВ „Агрона Фрут Україна“ - це виробник соків та концентратів з фруктів та овочів, що працює на українському ринку з 2006 року. Підприємство використовує сучасні технології та апарати для виробництва своїх продуктів, які дозволяють забезпечити високу якість та безпеку продукту, а також зменшити витрати на виробництво.

Однією з головних технологій, яку використовує ТОВ „Агрона Фрут Україна“ є високотехнологічний процес мультістадійної фільтрації соку. Це дозволяє отримати чистий та прозорий сік без домішок та осаду. Для цього використовуються сучасні фільтри та мембрани, які забезпечують високу ефективність очищення та збереження корисних речовин.

Також на підприємстві використовують технологію обробки гарячим повітрям, яка дозволяє збільшити тривалість зберігання продукту та знизити ризик забруднення мікроорганізмами. Для цього використовують спеціальні камери, які дозволяють обробляти сік гарячим повітрям під тиском.

Крім того, підприємство використовує технології високого тиску та ультразвукової обробки для збереження корисних властивостей продукту та підвищення виходу соку. За допомогою ультразвукової обробки вдається звільнити більше соку з пульпи фруктів та овочів, що знижує витрати на виробництво.

Технологічна лінія для обробки фруктів та овочів - це комплексне обладнання, яке складається з різних модулів та систем, що дозволяють очищати, подрібнювати та в кінцевій стадії отримувати сік.

У виробництві соку на підприємстві ТОВ „Агрона Фрут Україна“ використовуються такі сучасні апарати, як:

- машини для віджиму соку - забезпечують максимальний вихід соку з фруктів та овочів. Використовуються різні типи вказаних машин, такі як центрифуги, гідроциклони та преси.

- Установки для очищення та фільтрації соку - ці установки дозволяють видаляти з соку всі непотрібні домішки та частки, такі як шкірка, кісточки, насіння та інші забруднення. Для цього використовуються різні типи фільтрів та мембран.

- Установки для стерилізації та пастеризації соку - ці установки дозволяють знизити кількість мікроорганізмів у соку та зберегти його на тривалій термін. Для стерилізації використовуються спеціальні установки, які підвищують температуру соку до високих рівнів, що знищує всі





мікроорганізми. Для пастеризації використовуються установки, які нагрівають сік до певної температури та утримують його в такому стані протягом певного часу.

- Установки для відстоювання та розливу соку - ці установки дозволяють відстоювати та чистити сік від осаду та відлити його у пляшки або пакети.

Процес мультистадійної фільтрації соку складається з декількох етапів. Спочатку, сік проходить через спеціальні фільтри, які видаляють найбільші домішки, такі як кісточки, насіння, шкірка та інші великі частки. Далі, сік проходить через серію фільтрів з різною пористістю, які видаляють дрібніші домішки, такі як бактерії, мікроби, дрібні частинки фруктів та інші забруднення.

У процесі мультистадійної фільтрації соку використовуються різні типи фільтрів, такі як мембранні фільтри, дискові фільтри, та інші, які дозволяють довести якість соку до найвищого рівня. Кожен етап фільтрації підбирається відповідно до потреб та вимог якості продукту.

Таблиця 1

**Показники фільтрації, які використовуються в процесі мультистадійної фільтрації соку**

Показник фільтрації	Значення показника
Тип фільтрувального матеріалу	Паперові, синтетичні, поліестерові, поліпропіленові і т.д.
Розмір пор	Від 0,1 мкм до 50 мкм
Ефективність фільтрації	Від 90% до 99,9%
Тип режиму фільтрації	Континуальний або дискретний
Температура фільтрації	Від 5°C до 40°C
Тиск фільтрації	Від 0,1 бар до 7 бар
Швидкість фільтрації	Від 0,1 м/с до 10 м/с

Після проходження крізь серію фільтрів, сік піддається останньому етапу очищення та стерилізації, щоб забезпечити його безпечність та тривалий термін зберігання. Останній етап полягає у підведенні соку до високої температури за допомогою спеціального обладнання, такого як термічний оброблювач, що дозволяє знищити всі мікроорганізми.

Обладнання, яке використовує ТОВ „Агрона Фрут Україна“ для процесу мультистадійної фільтрації соку, складається з наступних компонентів:

1. Фільтр-прес. Це апарат для віджиму соку з відходів. Цей процес дозволяє видаляти велику кількість води та інших непотрібних речовин зі сировини.

2. Обладнання для мікрофільтрації. Мікрофільтрація - це процес фільтрації на дуже дрібних порах, що дозволяє відокремлювати речовини, такі як бактерії, дріжджі та інші мікроорганізми, від рідини. У виробництві соку це дозволяє зберігати його свіжість та стерильність на протязі тривалого часу.

3. Установак обертальної ультрафільтрації. Ультрафільтрація - це процес фільтрації за допомогою мембран, які пропускають рідину, але затримують тверді речовини та мікроорганізми. Установак обертальної ультрафільтрації є важливим компонентом виробництва соку, оскільки вона дозволяє відокремлювати великі молекули, такі як білки, з рідини, що підвищує якість та тривалість зберігання продукту.

4. Установак обертальної осмотичної діяльності. Осмотична діяльність - це процес, в якому рідини різних концентрацій проникають через мембрани, зберігаючи свою різницю в концентрації. Установак обертальної осмотичної діяльності використовується для зниження вмісту води в соку, що забезпечує триваліше зберігання та поліпшує якість.

Таблиця 2

**Вплив процесу мультистадійної фільтрації на показники якості соку**

Показник якості соку	Вплив процесу мультистадійної фільтрації
Колір	Зменшення кількості пігментів та інших домішок, що впливають на колір
Смак	Зменшення кількості органічних кислот та інших речовин, які впливають на смак
Аромат	Зменшення кількості різних ароматичних сполук, що впливають на аромат
Чистота	Видалення домішок та частинок, що покращує чистоту та прозорість соку
Мікробіологічна безпека	Зменшення кількості мікроорганізмів та інших шкідливих



речовин, що забезпечує мікробіологічну безпеку продукту

Незважаючи на те, що процес мультистадійної фільтрації є досить ефективним та високотехнологічним, він також має деякі недоліки:

Втрати смаку та аромату: під час фільтрації видалення деяких речовин може вплинути на смак та аромат соку. Це може стати проблемою для споживачів, які хочуть смакувати натуральний смак соку.

Витрати: використання високотехнологічного обладнання та забезпечення його оптимальної роботи потребує значних витрат на утримання та обслуговування.

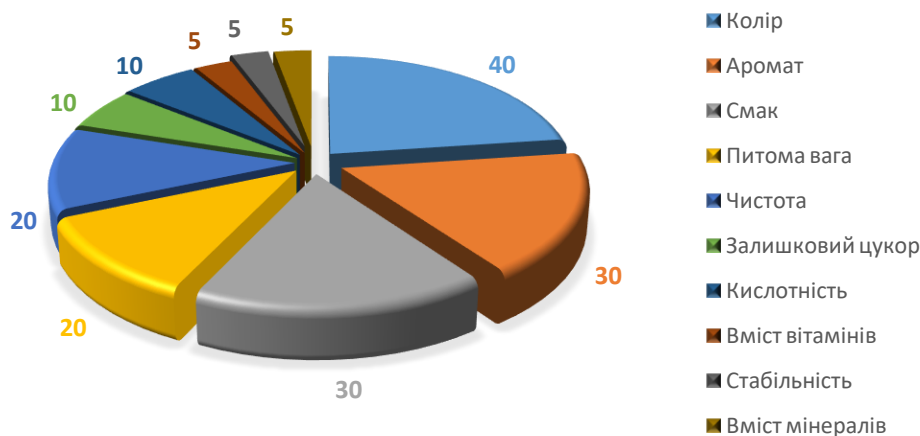
Екологічні проблеми: після фільтрації відходи можуть містити небезпечні речовини, які потрібно відпрацьовувати. Це може стати проблемою для довкілля та природи.

Потенційна втрата корисних речовин: під час фільтрації можуть вилучатися деякі корисні речовини з соку. Оскільки сік містить вітаміни та мінерали, втрата цих речовин може вплинути на показники якості продукту.

Таблиця 3

**Впливу процесу мультистадійної фільтрації на показники якості соку з яблук**

Показник	Відсотковий вплив на якість соку
Колір	40
Аромат	30
Смак	30
Питома вага	20
Чистота	20
Залишковий цукор	10
Кислотність	10
Вміст вітамінів	5
Стабільність	5
Вміст мінералів	5



**Рис. 1. Якісні показники фільтрування яблучного соку на підприємстві ТОВ „Агрона Фрут Україна“**

Є кілька варіантів покращення процесу мультистадійної фільтрації соку на підприємстві ТОВ „Агрона Фрут Україна“, які можуть підвищити ефективність та якість фільтрації. Ось декілька можливих варіантів:

- використання новітнього обладнання: підприємство може розглянути використання новітнього обладнання з більш точним регулюванням параметрів фільтрації, що може дозволити забезпечити більш ефективну та стабільну фільтрацію;



- використання автоматичних систем контролю якості: використання автоматичних систем контролю якості, що дозволяють в режимі реального часу моніторити параметри фільтрації та реагувати на можливі відхилення;

- вдосконалення технології фільтрації: вдосконалення технології мультистадійної фільтрації, наприклад, використання нових типів фільтрувальних матеріалів, які забезпечують кращу ефективність фільтрації;

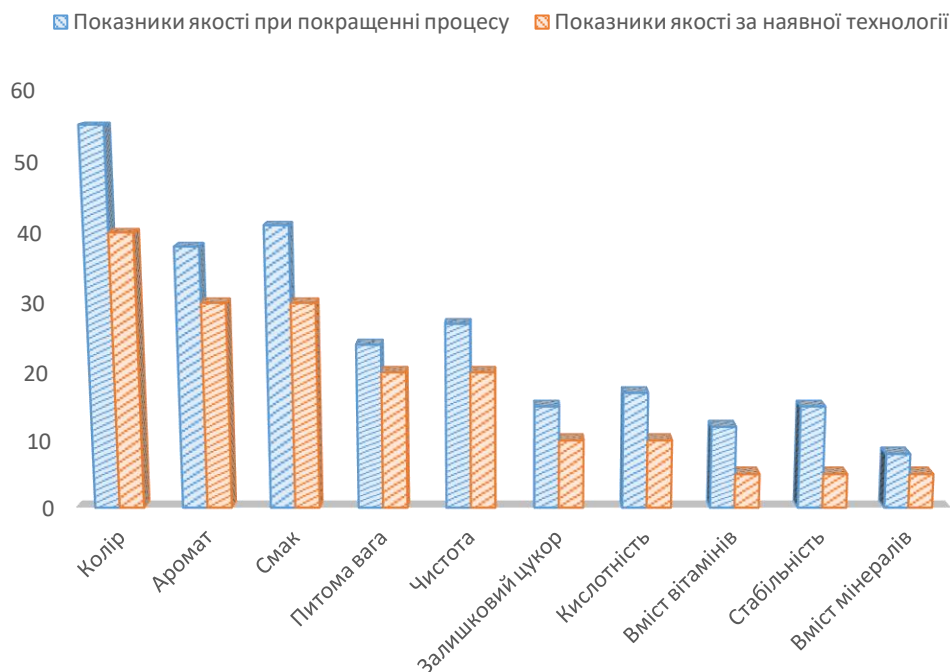
- оптимізація параметрів фільтрації: оптимізацію параметрів фільтрації, наприклад, визначення оптимального тиску, швидкості та температури фільтрації для кожного типу соку.

Для опису впливу процесу мультистадійної фільтрації на якість соку з яблук можна використати наступну математичну формулу:

$$Q_{\phi} = (Q_{\Pi} \cdot A_{\Pi} \cdot A_{\phi} \cdot A_0 \cdot A_{\text{пр}}) / V, \quad (1)$$

де  $Q_{\phi}$  – якість соку після мультистадійної фільтрації;  $Q_{\Pi}$  – якість сирого соку до фільтрації;  $A_{\Pi}$  – коефіцієнт втрат соку під час перекачування;  $A_{\phi}$  – коефіцієнт ефективності фільтрації;  $A_0$  – коефіцієнт втрат соку під час обробки;  $A_{\text{пр}}$  – коефіцієнт втрат соку під час приготування до фільтрації;  $V$  – обсяг соку, що був підданий мультистадійній фільтрації.

Це дозволяє оцінити вплив різних факторів на якість соку після мультистадійної фільтрації, таких як втрати соку, ефективність фільтрації, та обсяг соку, що був підданий фільтрації.



**Рис. 2. Порівняння якісних показників фільтрації соку наявний на підприємстві ТОВ „Агрона Фрут Україна” та запропонований на удосконалення**

Найбільший вплив на показники якості соку в обох випадках має колір, що має значення 40% при наявній технології та 55% при покращенні технології. Це говорить про те, що вигляд соку є найважливішим показником якості.

На другому місці знаходиться смак з вагою 30% при наявній технології та 41% при покращенні технології, аромат з вагою 30% при наявній технології та 38% при покращенні технології та питома вага з вагою 20% при наявній технології та 24% при покращенні технології. Ці показники також є досить важливими для якості соку.

Чистота, залишковий цукор та кислотність мають менший вплив на якість соку, а вміст вітамінів, мінералів та стабільність мають найменший вплив.

Отже, для покращення якості соку необхідно звернути увагу на колір, смак, аромат та питому вагу. Також слід підвищити рівень чистоти, залишкового цукру та кислотності, хоч ці показники мають менший вплив на якість соку. Важливо також забезпечити високу стабільність та вміст вітамінів та мінералів у продукті.



## 5. Висновки

Процес мультистадійної фільтрації соку на підприємстві ТОВ „Агрона Фрут Україна“ є важливим для забезпечення якості продукту. Однак, для покращення ефективності та якості фільтрації можна використовувати різні варіанти, такі як використання новітнього обладнання з точним регулюванням параметрів фільтрації, використання автоматичних систем контролю якості, вдосконалення технології фільтрації та оптимізація параметрів фільтрації.

### Список використаних джерел

1. Віденська І. М. Технології очищення харчових продуктів в умовах розвитку промисловості: науково-практичний підхід. *Харчова промисловість*. 2017. № 4. С. 50–55.
2. Попова І. В. Інноваційні технології очищення харчових продуктів. *Харчова наука і технологія*. 2018. № 1. С. 25–30.
3. Козак А. І., Кравченко Л. М. Інноваційні технології очищення овочів та фруктів від пестицидів та токсинів. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 27, Вип. 2. С. 116–121.
4. Гур'єва Т. В., Калашнікова О. М. Інноваційні технології очищення харчових продуктів від шкідливих речовин. *Наукові записки НаУКМА*. 2020. Т. 230, Вип. 2. С. 15–20.
5. Іваненко О. С., Сорокіна Н. Ю. Модифікація технологій очищення харчових продуктів для забезпечення їх якості та безпечності. *Вісник ТДТУ*. 2020. Т. 25, вип. 2. С. 45–49.
6. Сергієнко Н. М., Жернова М. О. Сучасні технології очищення зернових культур від мікотоксинів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2021. № 201. С. 47–52.
7. Vasilevskyi O. M., Sevastianov V.M., Ovchynnykov K. V., Didych V. M., Burlaka S. A. Accuracy of Potentiometric Methods for Measuring Ion Activity in Solutions. *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology*. 2023. Vol. 1. P.181–190.
8. Rutkevych V., Kupchuk I., Yaropud V., Hraniak V., Burlaka S. Numerical simulation of the liquid distribution problem by an adaptive flow distributor. *Przegląd elektrotechniczny*, R. 98 NR 2/2022, P. 64–69.

### References

- [1] Videns'ka, I.M. (2017). Tekhnolohiyi ochyshchennya kharchovykh produktiv v umovakh rozvytku promyslovosti: naukovo-praktychnyy pidkhid. *Kharchova promyslovis't', 4*, 50–55. [in Ukrainian].
- [2] Popova, I.V. (2018). Innovatsiyini tekhnolohiyi ochyshchennya kharchovykh produktiv. *Kharchova nauka i tekhnolohiya, 1*, 25–30. [in Ukrainian].
- [3] Kozak, A.I., Kravchenko, L.M. (2019). Innovatsiyini tekhnolohiyi ochyshchennya ovochiv ta fruktiv vid pestytsydiv ta toksyniv. *Naukovi pratsi NUKHT, 27 (2)*, 116–121. [in Ukrainian].
- [4] Hur'yeva, T.V., Kalashnikova, O.M. (2020). Innovatsiyini tekhnolohiyi ochyshchennya kharchovykh produktiv vid shkidlyvykh rehovyn. *Naukovi zapysky NaUKMA, 230 (2)*, 15–20. [in Ukrainian].
- [5] Ivanenko, O.S., Sorokina, N.YU. (2020). Modyfikatsiya tekhnolohiy ochyshchennya kharchovykh produktiv dlya zabezpechennya yikh yakosti ta bezpechnosti. *Visnyk TDTU, 25 (2)*. 45–49. [in Ukrainian].
- [6] Serhiyenko, N.M., Zhernova, M.O. (2021). Suchasni tekhnolohiyi ochyshchennya zernovykh kul'tur vid mikotoksyniv. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil'skoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka, 201*, 47–52. [in Ukrainian].
- [7] Vasilevskyi, O.M., Sevastianov, V.M., Ovchynnykov, K.V., Didych, V.M., Burlaka, S.A. (2023). Accuracy of Potentiometric Methods for Measuring Ion Activity in Solutions. *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology, 1*, 181–190. [in English].
- [8] Rutkevych, V., Kupchuk, I., Yaropud, V., Hraniak, V., Burlaka, S. (2022). Numerical simulation of the liquid distribution problem by an adaptive flow distributor. *Przegląd elektrotechniczny, 98 (2)*, 64–69. [in English].

## MODERN INNOVATIVE CLEANING TECHNOLOGIES IN THE FOOD INDUSTRY



*This article is devoted to an overview of modern innovative cleaning technologies used in the food industry. The author reviews various methods of cleaning food products, including mechanical, thermal, and chemical methods.*

*Particular attention is paid to the latest purification technologies, such as membrane technology and ion exchange chromatography technology. The author also explores the possibilities of using nanotechnology in the food industry.*

*One of the innovative cleaning technologies in the food industry is membrane filtration. This technology allows cleaning liquids and solutions from impurities, including bacteria and microorganisms, using membranes with different porosity. Membranes can be made of various materials, such as polymers, ceramics, metals and others.*

*Another technology is ultrasonic cleaning, which is used to clean liquids of dirt, including food particles and microorganisms. During the ultrasonic cleaning process, high-frequency sounds are created in the liquid, which results in the creation of waves that break dirt and microorganisms into small particles that can be easily removed.*

*In addition, innovative cleaning methods such as electrophoresis and photocatalytic cleaning are used in the food industry. Electrophoresis uses an electric field to clean liquids and solutions from impurities. Photocatalytic cleaning uses light and catalysts to clean liquids and air of contaminants.*

*In the modern food industry, innovative cleaning technologies make it possible to improve the quality and safety of food products, reduce cleaning costs and preserve the environment. Such technologies are becoming more and more popular in the food industry and allow to provide consumers*

*The article examines the advantages and disadvantages of each cleaning method, as well as its application in various branches of the food industry. Cleaning processes for various products such as milk, crops and meat are described in detail.*

**Key words:** purification, filtration, technologies, particles, process, methods.

**F. 1. Fig. 2. Tabl. 3. Ref. 8.**

#### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Полевода Юрій Алікович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: vinyura36@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2485-0611>).

**Кравець Світлана Миколаївна** – асистент кафедри «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: e-mail: swkravec2017@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8296-1929>).

**Yurii Polievoda** – Candidate of Technical Sciences (Ph.D. in Eng.), associate professor of the Department of Technological Processes and Equipment for Processing and food production, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, st. Sonyachna, 3, 21008, e-mail: vinyura36@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2485-0611>).

**Svetlana Kravets** – Assistant of the Department «Technological Processes and Equipment of Processing and Food Production» of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sunny Street, Vinnytsia, 21008, Ukraine, email: swkravec2017@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8296-1929>).