



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

33-34

Київ НУХТ 2023

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry

Journal "Food Industry" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 32 from January 15, 2018) and the category "Б" (Decree of MES of Ukraine # 612 from May 7, 2019, # 975 from July 11, 2019; in specialties 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Food Industry" is indexed by the following scientometric databases:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Publications are represented in authoring edition.

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних наук (Наказ МОН України № 32 від 15.01.2018) та категорію «Б» (Накази МОН України № 612 від 07.05.2019 р. та № 975 від 11.07.2019, за спеціальностями 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Харчова промисловість» індексується такими наукометричними базами:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Статті друкуються в авторській редакції.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
01601 Kyiv, Ukraine
(044) 287-92-45, internal 92-45
E-mail: foodpromnuft@gmail.com

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
м. Київ, 01601
(044) 287-92-45, внутрішній 92-45
E-mail: foodpromnuft@gmail.com

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies.
Minutes of meeting № 5 of
December 21, 2023

Рекомендовано вченою радою
Національного університету харчових
технологій.
Протокол № 5 від 21 грудня 2023 року

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу «Харчова промисловість»

Головний редактор
Editor-in-Chief

Олександр ГАВВА
Oleksandr GAVVA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Відповідальний секретар
Accountable secretary

Анастасія ДЕРЕНІВСЬКА
Anastasia DERENIVSKA

канд. техн. наук, Україна
Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Члени редакційної колегії:

Андрій МАРІНІН
Andrii MARYNIN

канд. техн. наук, ст. наук. співр., Україна
Ph. D., Senior Research Officer, National University of Food Technologies, Ukraine

Василь КИШЕНЬКО
Vasil KYSHENKO

канд. техн. наук, Україна
Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор ЄМЦЕВ
Viktor YEMTSEV

д-р екон. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор СТАБНИКОВ
Viktor STABNIKOV

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Віра ЮРЧАК
Vira YURCHAK

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Віталій ПРИБИЛЬСЬКИЙ
Vitaliy PRYBYL'S'KYI

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина ПОЛІЩУК
Galina POLISCHUK

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина СИМАХІНА
Halyna SIMAKHINA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Лариса АРСЕНЬЄВА
Larysa ARSEN'YEVA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Микола ЯКИМЧУК
Mykola YAKYMCHUK

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Наталія ГУСЯТИНСЬКА
Nataliia HUSIATYNSKA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Наталія ПУШАНКО
Nataliia PUSHANKO

канд. техн. наук, Україна
Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
Oksana KOCHUBEI-LYTVYVENKO

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр КУРГАЄВ
Oleksandr KURGAEV

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр СЕРЬОГІН
Oleksandr SER'OHIN

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр ШЕВЧЕНКО Olexander SHEVCHENKO	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена БЛИК Olena BILYK	канд. техн. наук, Україна Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine
Світлана ЛІТВИНЧУК Svitlana LITVYNCHUK	канд. техн. наук, Україна Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій ТОКАРЧУК Serhiy TOKARCHUK	канд. техн. наук, Україна Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine
Станка ДАМЯНОВА Stanka DAMYANOVA	д-р техн. наук, Болгарія DSc, Razgrad Branch of the University of Ruse, Bulgaria
Стефан СТЕФАНОВ Stefan STEFANOV	д-р інж., проф., Болгарія DSc, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria
Тамара НОСЕНКО Tamara NOSENKO	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Тетяна ЛЕБЕДЕНКО Tetiana LEBEDENKO	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., Odessa National Academy of Food Technologies Ukraine
Тетяна ПИРОГ Tetyana PYROH	д-р біол. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Тетяна СИЛЬЧУК Tetiana SYLCHUK	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Юлія КАМБУЛОВА Yuliia KAMBULOVA	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ, СИРОВИНА ТА МАТЕРІАЛИ

Сировина та матеріали

Грицевіч М. Ю., Дорохович В. В. Дослідження впливу крохмальної сировини на сорбційно-десорбційні властивості низькобілкового печива

Побрусило М. В., Івчук Н. П. Обґрунтування доцільності використання пшона для виготовлення безглютенового печива

Страшинський І. М., Грицай М. С. Особливості застосування заміників неорганічних фосфатів у технології виробництва м'ясопродуктів

Успенко О.В., Білько М.В., Кучеренко В.М. Вплив енологічних продуктів на органолептичні показники деалкоголизованого вина

Технології: дослідження, застосування та впровадження

Євтушенко О. В., Сірик А. О. Аспекти впровадження інформаційної системи екоменеджменту на підприємствах харчової промисловості

Божко А. Ю., Усатиук С. І. Визначення критеріїв ідентифікації для оцінювання показників якості оздоблювальних напівфабрикатів з використанням порошку керобу

Козак О. С., Теличкун В. І. Визначення газової проникності скоринки та м'якушки батона в процесі вакуумного охолодження

Роженко А. С., Мельник О. Ю. Удосконалення технології бісквітного напівфабрикату з використанням продуктів переробки комах

Данилевич І. О., Пасічний В. М., Шубіна Є.А., Маринін А.І. Удосконалення технології маринованих напівфабрикатів з м'яса птиці

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Процеси харчових виробництв

Олішевський В. В., Бабко Є. М., Цюрпита М. Є. Підвищення ефективності процесу очистки дифузійного соку з використанням нанорозмірного алюміній-вмісного коагулянту

CONTENTS

SECTION 1. TECHNOLOGIES, RAW MATERIALS AND MATERIALS

Raw Materials and Materials

7 Hrytsevich M., Dorokhovych V. Study of the influence of starch raw materials on the sorption-desorption properties of low-proteincookies

15 Pobrusylo M., Ivchuk N. Justification of the feasibility of using millet for the production of gluten-free cookies

25 Strasynskyi I., Hrytsai M. Features of the application of inorganic phosphate substitutes in meat production technology

35 Uspalenko O., Bilko M., Kucherenko V. The influence of enological products on the organoleptic indicators of dealcoholic wine

Technologies: Researches, Application and Introduction

43 Yevtushenko O., Siryk A. Aspects of environmental management information system implementation at food industry enterprises

53 Bozhko A., Usatiuk S. Determination of identification criteria for assessment of quality indicators of decorative semi-finished products using carob powder

62 Kozak O., Telychkun V. Determination of the gas permeability of baton crush and crumb during vacuum cooling

71 Rozhenko A., Melnyk O. Improving the technology of semi-finished biscuit using insect processing products

81 Danylevych I., Pasichnyi V., Shubina Ye., Marynin A. Improving the technology of marinated semi-finished poultry meat

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT

Processes of Food Industries

89 Olishkevskyi V., Babko E., Tsiurpyta M. Improving the efficiency of the diffusion juice purification process using nano-sized aluminum-containing coagulant

Бруква О. Ю., Блаженко С. І., Бабко Є. М., Олішевський В. В. Комп'ютерне моделювання процесу прогрівання тістової заготовки для виготовлення лавашу, збагаченого харчовими добавками

Грінінг К. Р., Губеня О. О. Зміна реологічних властивостей суспензії лікарських і косметичних засобів під час подрібнення в бісерних млинах

Обладнання та устаткування

Гавва О. О., Кривопляс-Володіна Л. О. Методологія квантифікаційного підходу до вибору оптимальних структур адаптронних функціональних модулів пакувальних машин

Люлька Д. М., Серьогін О. О., Изволенський І. Є., Мащенко О. А., Чорний Ю. А. Розроблення методів і засобів діагностики з підвищенням надійності екстракційного обладнання

Деренівська А. В., Блаженко С. І., Масло М. А., Костін В. Б. Дослідження характерних параметрів технологічного процесу формування захисної повітряної упаковки

98 Brukva O., Blazhenko S., Babko E., Olishkevsky V. Computer modeling of the process of heating dough blank for the production of lavash enriched with food additives

106 Hrininh K., Gubenia O. Change of rheological properties of a suspension of medicinal and cosmetic products during grinding in bead mills

Equipment and machinery

116 Gavva O., Kryvoplias-Volodina L. Methodology of the quantitative approach to the selection of optimal structures of adaptronic functional modules of packaging machines

126 Liulka D., Serohin O., Izvolenskyi I., Maschenko O., Chornyi Y. Development of diagnostic methods and tools to improve the reliability of extraction equipment

137 Derenivska A., Blazhenko S., Maslo N., Kostin V. Study of characteristic parameters in the technological process of forming protective airpackaging

УДК 664.123.4:621.374

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DIFFUSION JUICE PURIFICATION PROCESS USING NANO-SIZED ALUMINUM-CONTAINING COAGULANT

V. Olishevskiy, E. Babko, M. Tsiurpyta*National University of Food Technologies***Key words:**

Diffusion juice,
Preliminary liming,
Nanocoagulant,
Cleaning

Article history:

Received 02.12.2023
Received in revised form
18.12.2023
Accepted 18.12.2023

Corresponding author:

babkoe@ukr.net

ABSTRACT

The existing traditional methods of intensification of diffusion juice purification, which are used in most plants of the beet processing industry of Ukraine, have a number of disadvantages, as they do not use the potential of the physicochemical properties of calcium compounds. Therefore, the improvement of existing technological methods and devices for the purification of diffusion juice is urgent.

A promising direction for the removal of the main mass of non-sugars before the main defecation and carrying out the saturation process is the use of chemical reagents and sorbents with new molecular-kinetic and electro-surface properties.

In this work, a study was conducted on the use of the inorganic nano-sized aluminum-containing coagulant "Alyukol" of the new generation.

The purpose of the study is to improve the sedimentation and filtration properties of lime carbonated juice suspensions using a nano-sized aluminum-containing coagulant.

A method of processing diffusion juice with the simultaneous introduction of lime and nano-sized aluminum-containing coagulant is proposed. The results show that the processing of diffusion juice with the simultaneous introduction of lime and aluminum nanoparticles into the juice improves the sedimentation and filtration properties of suspensions and the quality indicators of carbonated juices.

Purification of diffusion juice using the aluminum-containing nanocoagulant "Alyukol" allows to improve the sedimentation and filtration properties of suspensions by 28.1—54.4%, to increase the purity of pre-liming and II saturation juices, while the overall effect of cleaning increases by 4.4—13, 2%, reduce the color of the purified juice by 7.8—23.1 units. ICUMSA, turbidity by 6.6—8.5 units. ICUMSA is comparable to a traditional cleaning scheme.

DOI: 10.24263/2225-2916-2023-33-34-12

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ НАНОРОЗМІРНОГО АЛЮМІНІЙВМІСНОГО КОАГУЛЯНТУ

В. В. Олішевський, д-р технічних наук,

Є. М. Бабко, канд. техн. наук

М. Є. Цюрпита

Національний університет харчових технологій

Представлені результати підвищення ефективності процесу очищення дифузійного соку та його апаратурного оформлення з використанням нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту.

Наведено теоретичні передумови підвищення седиментаційно-фільтраційних властивостей суспензії соку в умовах прогресивного попереднього вапнування, а також шляхи підвищення агрегації та флокуляції речовин колоїдної дисперсності.

Отримані результати свідчать, що додавання нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту при попередньому вапнуванні сприяє додатковій коагуляції та осадженню частинок суспензій вапнокарбонізованих соків. При цьому підвищується дисперсність та однорідність частинок осаду соку і сатурації, покращуються його адсорбційні властивості.

Ключові слова: дифузійний сік, попереднє вапнування, нанокоагулянт, очищення.

Постановка проблеми. Підвищені вимоги до виробництва білого цукру з низьким вмістом золи, низькою каламутністю та кольоровістю як в Україні, так і країнах Європейської економічної зони, постійний ріст вартості енергоресурсів, вапняку й допоміжних матеріалів потребують постійного підвищення ефективності технологічного процесу очищення дифузійного соку та його апаратурного оформлення. Станція дефекосатураційного очищення дифузійного соку повинна бути гнучкою для переробки сировини різної технологічної якості, забезпечувати максимальне видалення нецукрів із нього, які в основному представлені високомолекулярними сполуками (ВМС) та речовинами колоїдної дисперсності (РКД) [1—5]. Від зазначеної величини залежить якість цукру, величина його втрат у виробництві внаслідок розкладання та вміст цукрози в мелясі.

Існуючі традиційні способи інтенсифікації вапнокарбонізованого очищення дифузійного соку, що застосовується на більшості заводів бурякопереробної галузі України, має низку недоліків, оскільки не використовує потенціал фізико-хімічних властивостей кальцієвих сполук. Унаслідок цього для переробки цукрових буряків потрібна значна витрата оксиду кальцію на очищення — до 1,5—2,0% СаО до їх маси, що значно перевищує теоретично необхідну для проведення реакцій осадження нецукрів за відносно низького ефекту очищення дифузійного соку, що досягається. Тому проблема розроблення нових і подальше удосконалення існуючих технологічних способів та апаратів для очищення дифузійного соку є актуальною і має важливе народногосподарське значення.

Перебіг фізико-хімічних процесів під час вапнокарбонізованого очищення ускладнюється нестабільним складом РКД дифузійного соку, які залежать як від якості бурякової сировини, так і від умов проведення процесу екстрагування сахарози в дифузійному апараті. Контактні взаємодії між частинками дисперсних фаз у суспензіях вапнокарбонізованих соків тісно пов'язані з електрокінетичними характеристиками

ками традиційного адсорбенту у виробництві цукру — карбонату кальцію. Дослідженню його електрокінетичних властивостей присвячено праці [6,7].

Одним із перспективних напрямлень з видалення основної маси нецукрів до основної дефекації та проведення процесу сатурації в гомогенному середовищі рідина—рідина є використання хімічних реагентів і сорбентів з новими молекулярно-кінетичними й електроповерхневими властивостями.

З огляду на це проведено дослідження з використання економічно та технологічно доцільного неорганічного нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту «Алюкол» нового покоління [8, 9], що дасть змогу вирішити питання підвищення ефективності очищення вапнокарбонізованих соків, і як результат, знизити собівартість товарного цукру, збільшити його конкурентоспроможність і прибуток підприємства, що є актуальним для вітчизняної бурякопереробної галузі.

Метою дослідження є підвищення седиментаційно-фільтраційних властивостей суспензій вапнокарбонізованих соків з використанням нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- обґрунтувати доцільність використання нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту для інтенсифікації процесів очистки дифузійного соку;

- дослідити за типовою технологічною схемою вплив нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту на седиментаційно-фільтраційні властивості суспензій та якісні показники вапнокарбонізованих соків.

Матеріали і методи. Для вивчення впливу розробленого неорганічного нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту «Алюкол» (рис. 1, табл. 1) [10] на седиментаційно-фільтраційні властивості суспензій та якісні показники вапнокарбонізованих соків було проведено лабораторні дослідження за чотирма схемами (рис. 2):

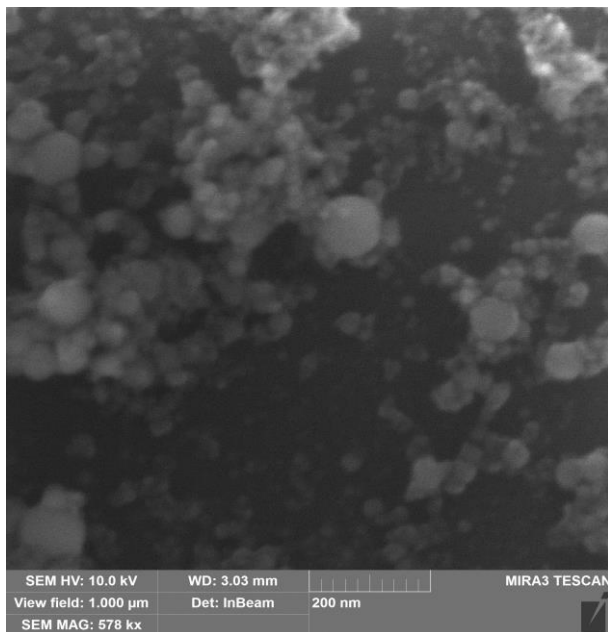


Рис. 1. Алюмінійвмісний нанокоагулянт «Алюкол», який одержано електроіскровим способом [12, 13]

Таблиця 1. Характеристика алюмінієвмісного нанокоагулянта «Алюкол», який одержано електроіскровим способом [10,11]

Показник	Значення показників
Концентрація Al в розчині, г/дм ³	2,2
Електрокінетичний потенціал, мВ	+ 32,3
Електропровідність, мСм/см	0,089
Розмір частинок твердої фази, нм	55—100
pH ₂₀	5,1
Питома поверхня твердої фази, м ² /г	22,2

- перша схема очищення — типова з теплим попереднім вапнуванням за температури 60 °С, відділенням осаду після попереднього вапнування, тепло-гарячим (60 і 85 °С) основним вапнуванням, I сатурація, відділенням осаду після I сатурації, II сатурація;

- друга схема очищення — типова з теплим попереднім вапнуванням за температури 60 °С і введенням 0,0001% до м.с. коагулянту «Алюкол» в зону рН 9,1 з відділенням осаду після попереднього вапнування, тепло-гарячим (60 і 85 °С)

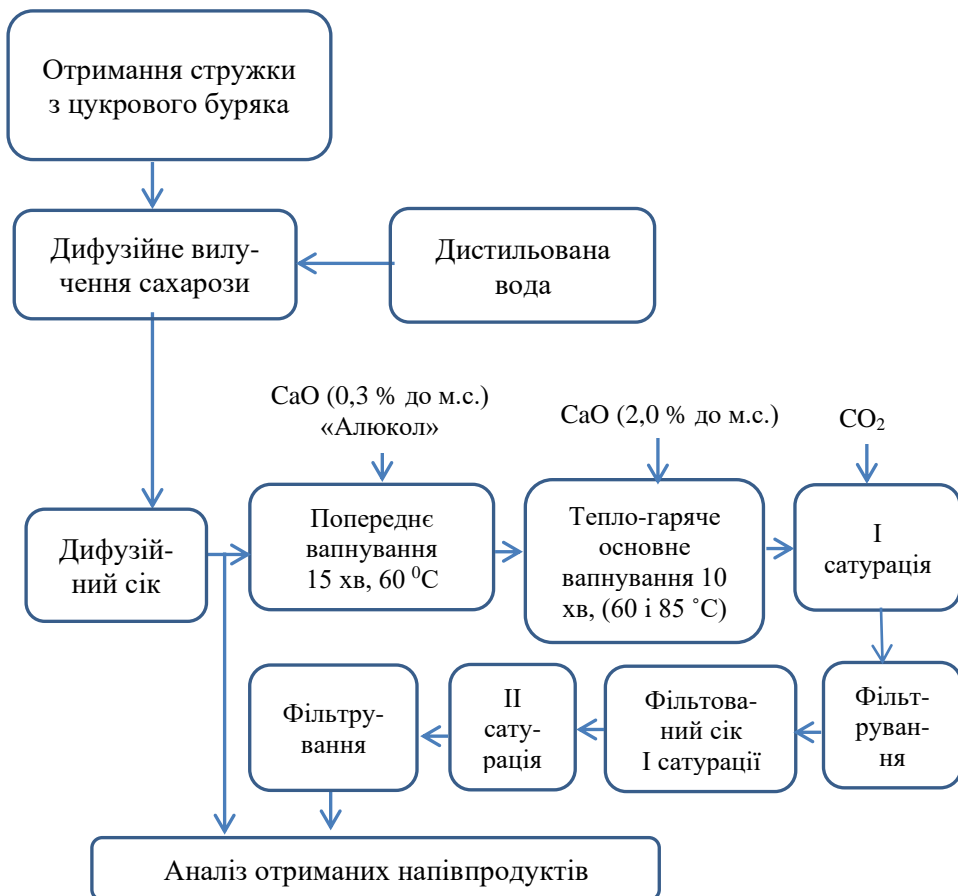


Рис. 2. Блок-схема проведення вапнокarbonізованого очищення дифузійного соку

основним вапнуванням, I сатурація, відділенням осаду після I сатурації, II сатурація;

- *третьа схема очищення* — типова з теплим попереднім вапнуванням за температури 60 °C і введенням 0,001% до м.с. коагулянту «Алюкол» в зону рН 9,1 відділенням осаду після попереднього вапнування, тепло-гарячим (60 і 85 °C) основним вапнуванням, I сатурація, відділенням осаду після I сатурації, II сатурація;

- *четверта схема очищення* — типова з теплим попереднім вапнуванням за температури 60 °C і введенням 0,005% до м.с. коагулянту «Алюкол» в зону рН 9,1 з відділенням осаду після попереднього вапнування, тепло-гарячим (60 і 85 °C) основним вапнуванням, I сатурація, відділенням осаду після I сатурації, II сатурація.

За допомогою лабораторної установки [12] отримували бурякову стружку із заданими геометричними параметрами, близькими до виробничих показників. Від загальної кількості отриманої стружки відбирали задану кількість порцій по 200 г, кожен з яких відважували на лабораторних вагах і поміщали в ємкість 500 см³, в кожен з яких доливали по 200 см³ дистильованої води, нагрітої до температури 72 °C з наступним їх розміщенням в водяній бані автоматичного термостатування. Дифундування сахарози здійснювали при температурі 73 °C та постійному перемішуванні протягом 60 хв. Після закінчення часу дифундування розділяли нецукрену бурякову стружку та дифузійний сік, який термостатували при температурі 20 °C і аналізували. Далі сік відповідно до вищеописаних схем досліджень піддавали фізико-хімічній очистці. Отримані напівпродукти аналізували за методиками [13, 14].

Результати досліджень. На основі теоретичних відомостей та отриманих експериментальних даних запропоновано спосіб оброблення дифузійного соку з одночасним введенням вапна та нанорозмірного алюмінійвмісного коагулянту. За описаними вище схемами очищення в умовах цукрового заводу ТОВ «Наркевицький цукровий завод» агропромхолдингу «Астарт-Київ» були проведені дослідження, з результатів яких з'ясовано, що оброблення дифузійного соку з одночасним введенням вапна і наночастинок алюмінію в соці покращує седиментаційно-фільтраційні властивості суспензій та якісні показники вапнокарбонізованих соків (табл. 2). Досягнутий ефект пояснюється тим, що наночастинок алюмінію мають високу іонообмінну здатність до негативно заряджених ВМС та РКД за рахунок високої дисперсності та нанорозмірності твердої фази алюмінію (55—100 нм). Додавання наночастинок алюмінію в дифузійний сік позитивно впливає на процес коагуляції ВМС та РКД за рахунок їх дегідратації, а ймовірність зіткнення більш рухомих потенціалотворюючих іонів Al³⁺ з реакційними групами ВМС та РКД підвищується. При цьому нецукри дифузійного соку після взаємодії з іоном Ca²⁺ мають можливість адсорбуватися на макромолекулах коагулянта алюмінію з утворенням частинок більших розмірів, які швидше осаджуються під дією сил тяжіння і менше стискаються, що в кінцевому результаті сприяє покращенню процесу фільтрації (рис. 3—5).

Такий механізм комплексного агрегатоутворення іонів Al³⁺ та Ca²⁺ з нецукрами при додаванні нанокоагулянта «Алюкол» в умовах попереднього вапнування підтверджується аналізом елементного складу осадів соків, де вміст Са в осаді попередньої дефекації збільшується на 30% (рис.3) та на 19% в осаді I сатурації (рис. 5).

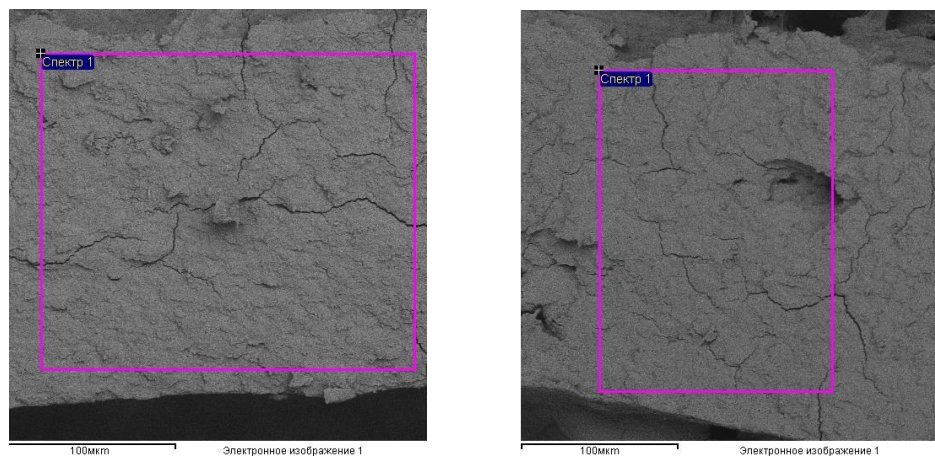
Як показали мікрофотографічні дослідження соків попередньої дефекації та I сатурації, частинки осаду, отриманого при додаванні нанокоагулянта «Алюкол» в зону рН₂₀=9,1 в умовах попереднього вапнування, відрізняються більш щільною, компактною структурою (рис. 4—5) порівняно з осадом, отриманим за типовою схемою очищення.

Таблиця 2. Порівняльна оцінка якості очищеного соку при додаванні додаткового алюмінійвмісного нанокоагулянта «Алюкол» під час проведення попереднього вапнування

Показник	Значення показників			
	Способи вапняково-вуглецевої очистки дифузійного соку			
	схема 1	розроблений (з додаванням «Алюкол»)		
		схема 2	схема 3	схема 4
Буряковий сік				
Чистота, %	88,0	88,0	88,0	88,0
pH ₂₀	6,4	6,4	6,4	6,4
Дифузійний сік				
Вміст сухих речовин (СР), %	11,5	11,5	11,5	11,5
Чистота, %	90,4	90,4	90,4	90,4
Ефект очищення на дифузії, %	22,1	22,1	22,1	22,1
Попереднє вапнування дифузійного соку				
Зона додавання «Алюкол», pH ₂₀	9,1	9,1	9,1	9,1
Швидкість відстоювання (S ₅), см/хв	3,1	3,8	4,6	5
% до типової	—	22,6	48,4	61,3
Об'єм осаду (V ₂₅), %	29,4	20,4	15,3	13,4
% до типової	—	30,6	48,0	54,4
Вміст Ca ²⁺ в осаді, ум.од.	3,0	9,2	—	—
% до типової	—	208,1	—	—
Коефіцієнт фільтрації (Fk)	5,7	4,1	3,1	2,6
% до типової	—	28,1	45,6	54,4
Чистота, %	91,1	91,4	91,5	91,7
% до типової	—	0,3	0,4	0,7
Локальний ефект очищення відносно дифузійного соку, %	8,0	11,4	12,5	14,8
% до типової	—	42,4	56,5	84,5
Фільтрований сік (сік II сатурації)				
Вміст РКД, г/100 г СР	0,485	0,415	0,358	0,292
% до типової	—	14,4	26,2	39,8
Вміст Ca ²⁺ в осаді, ум.од.	30,3	36,0	—	—
% до типової	—	18,8	—	—
Каламутність, од. ICUMSA	61	57,0	47,0	43,0
% до типової	0,0	6,6	17,5	8,5
Кольоровість, од. ICUMSA	941	868	826	741
% до типової	—	7,8	12,2	21,3
Вміст солей Ca ²⁺ , г на 100 г СР	0,252	0,197	0,154	0,137
% до типової	—	21,8	38,9	45,6
Чистота, %	92,3	92,5	92,8	92,9
% до типової	0,0	0,2	0,5	0,7
Загальний ефект очищення, %	38,8	40,5	43,1	44,0
% до типової	—	4,4	11,0	13,2

Очищення дифузійного соку з використанням алюмінійвмісного нанокоагулянта «Алюкол», який одержано електроіскровим способом, що подається на попередню дефекацію, дає змогу покращити седиментаційно-фільтраційні властивості суспензій за рахунок структури осаду та підвищення коефіцієнту фільтрації, на 28,1—54,4%, підвищити чистоту соків в умовах попереднього вапнування та II сатурації, відпо-

відно, на 0,3—0,7% та 0,2—0,7%, при цьому загальний ефект очищення підвищується на 4,4—13,2 %, знизити кольоровість очищеного соку на 7,8—23,1 од. ICUMSA, каламутність на 6,6—8,5 од. ICUMSA, вміст солей Ca^{2+} на 21,8—45,6% порівняно з традиційною схемою очищення.

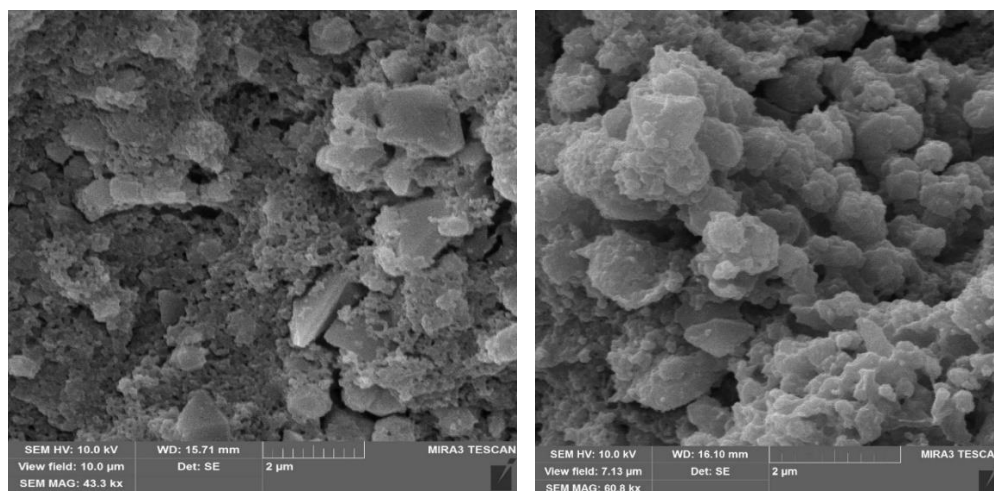


Спектр	C	O	Mg	Ca	Разом	Спектр	C	O	Mg	Al	Ca	Разом
Спектр 1	43.06	46.89	2.98	7.08	100.00	Спектр 1	41.76	45.42	3.64	0.00	9.18	100.00
Середнє	43.06	46.89	2.98	7.08	100.00	Середнє	41.76	45.42	3.64	0.00	9.18	100.00

а

б

Рис. 3. Електронно-мікроскопічне зображення (SEM) та елементний склад осаду прогресивного попереднього вапнування дифузійного соку: *а* — за типовою схемою очищення дифузійного соку; *б* — при додаванні в зону $\text{pH}_{20}=9,1$ нанокоагулянта «Алюкол» в кількості 0,005% до м.с.



а

б

Рис. 4. Фотографії осаду прогресивного попереднього вапнування дифузійного соку одержаного: *а* — за типовою схемою очищення дифузійного соку; *б* — при додаванні в зону $\text{pH}_{20}=9,1$ нанокоагулянта «Алюкол» в кількості 0,005% до м.с.

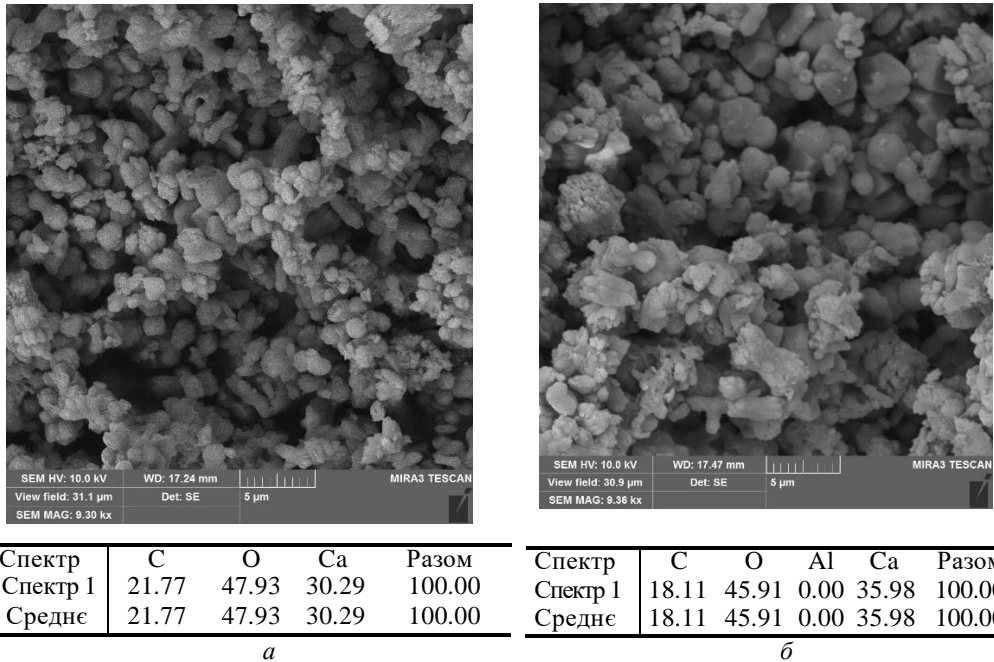


Рис. 5. Електронно - мікроскопічне зображення осаду 1-ї сатурації процесу карбонатно-вуглецевої очистки дифузійного соку: *a* — за типовою схемою очищення дифузійного соку; *б* — при додаванні в зону $pH_{20}=9,1$ прогресивного попереднього вапнування дифузійного соку нанокоегулянта «Алюкол» в кількості 0,005% до м.с.

Висновки. На основі проведених досліджень застосування нанокоегулянта «Алю- кол» у технологічному процесі очищення дифузійного соку виявлено коагулюючу й адсорбційну здатність до нецукрів, в результаті чого спостерігається комплексне агрегатоутворення іонів Al^{3+} та Ca^{2+} з нецукрами. При цьому частинки осаду, отриманого при додаванні в зону $pH_{20}=9,1$ прогресивного попереднього вапнування дифузійного соку нанокоегулянта «Алюкол» відрізняються більш щільною, компактною структурою порівняно з осадом, отриманим за типовою схемою очищення.

Очищення дифузійного соку з використанням алюмінієвмісного нанокоегулянта «Алюкол», який одержано електроіскровим способом, що подається на попередню дефєкацію, дає змогу покращити седиментаційно-фільтраційні властивості суспензій за рахунок структури осаду та підвищення коефіцієнта фільтрації, на 28,1—54,4%, підвищити чистоту соків в умовах попереднього вапнування та II сатурації, відповідно, на 0,3—0,7% та 0,2—0,7%, при цьому загальний ефект очищення підвищується на 4,4—13,2%, знизити кольоровість очищеного соку на 7,8—23,1 од. ICUMSA, каламутність на 6,6—8,5 од. ICUMSA, вміст солей Ca^{2+} на 21,8—45,6% порівняно з традиційною схемою очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Asadi, Mosen. Beet-sugar handbook / Includes bibliographical references and index// Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007. 868 p.
2. Mosen, A. Beet-sugar handbook. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2007. 868 p.
3. Рева, Л. П. Фізико-хімічні основи технології процесів очищення дифузійного соку у виробництві цукру: монографія. Київ, НУХТ, 2012. 371 с.

4. Логвін, В. М. Наукові основи та розроблення високоефективних технологічних процесів очищення дифузійного соку: автореф. дис д-ра техн. наук: 05.18.05. Київ, 2006. 48 с.
5. Гусятинська, Н. А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.05. Київ, 2008. 627 с.
6. Оляньська, С. П., Цирульнікова, В. В. Використання флокулянтів як спосіб підвищення ефективності очищення дифузійного соку. *Цукор України*. 2016. № 6—7. С. 18—26.
7. Хомічак, Л. М. Наукове обґрунтування та розроблення способів очищення дифузійного соку: автореф. дис. д-ра техн. наук: 5.18.05. Київ, 2003. 40 с.
8. ТУ У 20.1-2799900706-001:2020 коагулянт АЛЮКОЛ(алюміній колоїдний).
9. Олішевський, В. В. Науково-технічні засади застосування наноматеріалів для інтенсифікації масообмінних процесів харчових виробництв: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12. Київ, 2021. 499 с.
10. ТУ У 20.1-2799900706-001:2020 коагулянт АЛЮКОЛ(алюміній колоїдний).
11. Пристрій для отримання колоїду металу: патент на корисну модель 130939 Україна. №u201809540; заявл. 21.09.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. №24. 3 с.
12. Люлька, О. М. Удосконалення робочих органів бурякорізальних машин цукрового виробництва: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12. Нац. ун-т харч. технол. Київ, 2015. 140 с.
13. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики(ПУП) 15.83-37-106:2007 / розроб.: Ярчук М., Калініченко М., Чупахіна В., Галацан Л. та ін. Київ: Цукор України, 2007. 420 с.
14. Спосіб очищення дифузійного соку: патент 104338 Україна. №a201204314; заявл. 06.04.2012; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2. 3 с.