

УДК 664.123.4:621.374

Олішевський Валентин Вікторович,

кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій, *valinter@ukr.net*

Українець Анатолій Іванович,

ректор, доктор технічних наук, професор, Національний університет харчових технологій

Лопатько Костянтин Григорович,

доктор технічних наук, професор кафедри технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Пушанко Наталія Миколаївна,

кандидат технічних наук, доцент кафедри технології цукру та підготовки води, Національний університет харчових технологій

Бабко Євген Миколайович,

кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій

Вільченко Алла Миколаївна,

головний технолог, ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані»

Костюченко Володимир Володимирович,

начальник виробництва, ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані»

Маринін Андрій Іванович,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, Національний університет харчових технологій

Никитюк Тарас Володимирович,

аспірант Проблемної науково-дослідної лабораторії, Національний університет харчових технологій

Лапшин Сергій Олександрович,

аспірант кафедри електричних машин і експлуатації обладнання, Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ НАНОКОМПОЗИТУ АЛЮМІНІЮ В УМОВАХ БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

В статті розглянуто можливість застосування нанокompозиту алюмінію в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки в умовах цукрового виробництва. Встановлено, що додавання нанокompозиту алюмінію в жомопресову воду в кількості 0,0005 % до маси води дозволяє підвищити чистоту дифузійного соку на 2,0 %, а чистоту жомопресової води на 7,3 %. При цьому ступінь пресування жому підвищується на 2,35 %. За рахунок підвищення чистоти сульфітованого соку на 1,7 % спостерігалось підвищення виходу цукру на 0,15 % до маси буряку.

Ключові слова: бурякова стружка, екстрагування, нанокompозит алюмінію, ефект очищення.

Олишевский В.В., Украинец А.И., Лопатько К.Г., Пушанко Н.Н., Бабко Е.Н., Вильченко А.Н., Костюченко В.В., Маринин А.И., Никитюк Т.В., Лапшин С.А.

Опыт использования нанокompозита алюминия в условиях свеклосахарного производства

В статье рассмотрена возможность применения нанокompозита алюминия в процессе извлечения сахарозы из свекловичной стружки в условиях сахарного производства. Установлено, что добавление нанокompозита алюминия в жомопресовую воду, в количестве 0,0005% к массе воды, позволяет повысить чистоту диффузионного сока на 2,0%, а чистоту жомопресової воды на 7,3%. При этом степень прессования жома повышается на 2,35%. За счёт повышения чистоты сульфитированного сока на 1,7% наблюдалось повышение выхода сахара на 0,15 % по массе свеклы.

Ключевые слова: свекловичная стружка, экстрагирование, нанокompозит алюминия, эффект очистки.

V.V.Olishevskiy, A.I.Ukrainets, K.G.Lopat'ko, N.N.Pushanko, E.N.Babko, A.N.Vilchenko, V.V.Kostyuchenko, A.I.Marynin, T.V.Nykytyuk, S.O.Lapshyn

Some experience about using aluminium nanocomposite in terms of sugar plant

The possibility of aluminium nanocomposite application during sugar extraction process from sugar-beet was studied in terms of sugar plant. It was established that addition of aluminum nanocomposite into press-water in amount of 0.0005% by weight of water can increase the diffusion juice purity nearly 2.0 %, and the purity of press-water to 7,3 %. This may increase the degree of pulp moisture to 2.35%. By increasing the purity of thin juice to 1.7%, there was increased sugar produces by 0.15% per mb.

Keywords: beet, extraction, aluminum nanocomposite, thin juice purity

Постановка проблеми. Технологія цукрового виробництва відноситься до технологій, де існує вдале поєднання інноваційних наукових підходів до традиційних способів проведення процесів. Основним завданням сучасного цукрового виробництва на сьогоднішній день залишається досягнення високої якості кінцевого продукту одночасно із зниженням матеріальних та енергетичних складових виробництва.

Процес екстрагування сахарози з бурякової стружки передбачає протитечійну обробку сировини спеціально підготовленим екстрагентом [1]. При цьому, одними із основних технологічних показників, які характеризують ефективність даного процесу залишаються чистота дифузійного соку та інших напівпродуктів, та ефект очищення [2]. Ці показники безпосередньо визначають умови проведення послідуєчих технологічних процесів. Тому, актуальним залишається питання попередження процесу утворення та переходу колоїдів (білкових та пектинових речовин) в дифузійний сік, а розроблення та впровадження ефективних способів екстрагування, що забезпечують зменшення вмісту нецукрів в екстракті, визначають шляхи щодо інтенсифікації даного процесу.

Найбільш простим і ефективним способом інтенсифікації процесу екстрагування є застосування методів попередньої обробки бурякової стружки, в тому числі з використанням хімічних реагентів, що перешкоджають переходу розчинних нецукрів, зокрема білкових та пектинових речовин, в дифузійний сік [3, 4]. Відомо, що іони

полівалентних металів (Ca^{2+} , Al^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} та ін.) здатні зв'язувати полісахариди клітинних стінок в нерозчинні з'єднання, знижуючи при цьому їх перехід в дифузійний сік. Тому, використання таких реагентів, в основу яких входять речовини з комплексоутворюючими властивостями, дозволить підвищити чистоту дифузійного соку з одночасним збільшенням модуля пружності бурякової тканини.

В останні десятиліття досить інтенсивно розвивається науковий напрям, пов'язаний з розробкою та використанням наноматеріалів на основі металів (титану, заліза, алюмінію та ін.), які за рахунок нанорозмірного діапазону частинок мають високу хімічну активність, зокрема, високу коагулюючу та комплексоутворюючу здатність [5]. Так, досвід використання гідроксиду алюмінію в наноформі як додаткового реагенту в процесі попереднього вапнування дозволяє підвищити ефект очищення за рахунок додаткової коагуляції високомолекулярних з'єднань та речовин колоїдної дисперсності дифузійного соку [6...8].

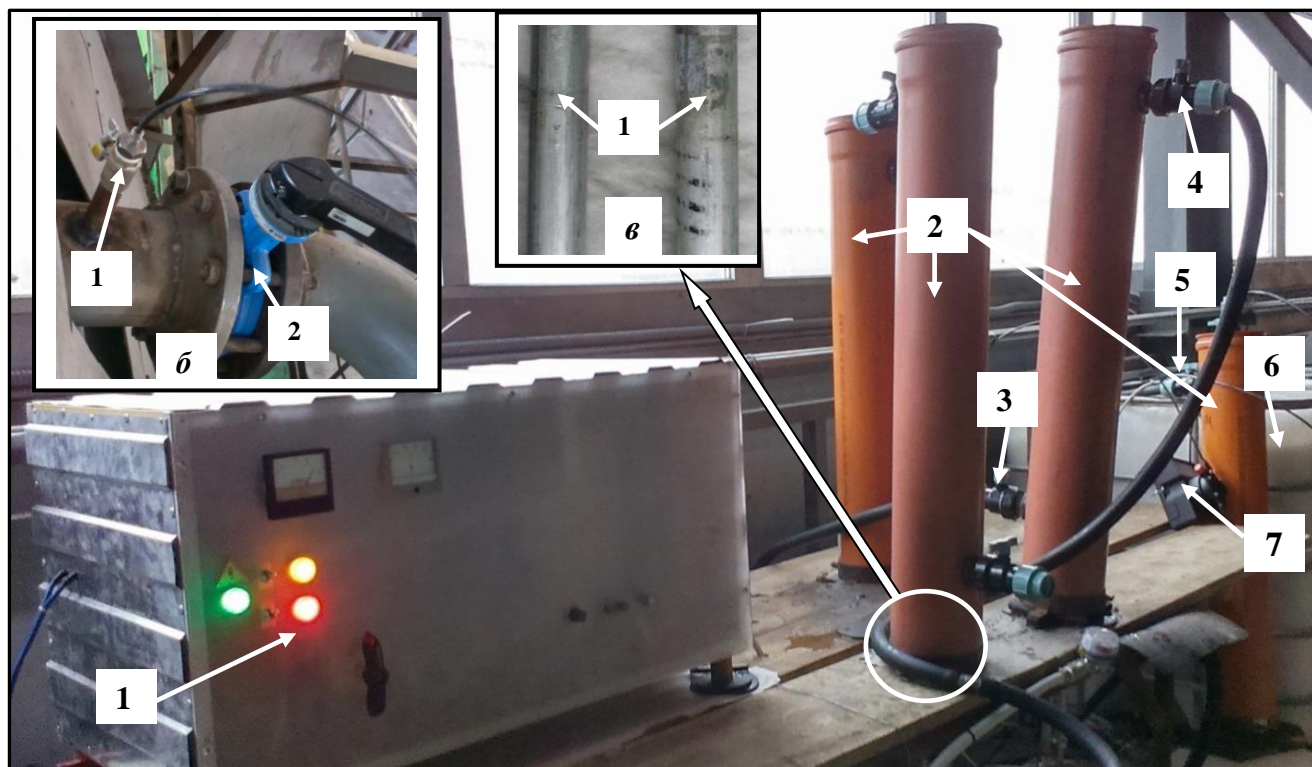
Мета статті. Метою даної роботи було підтвердження ефективності застосування в промислових умовах нанокompозиту алюмінію в якості комплексоутворюючого реагенту при екстрагуванні сахарози з бурякової стружки. Дослідження проводилися в умовах ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані» в сезон виробництва 2016 року. При проведенні досліджень використовували нанокompозит алюмінію, одержаний методом об'ємного електроіскрового диспергування гранул алюмінію в рідині з низькою електропровідністю [9].

Виклад основного матеріалу. Попередніми лабораторними дослідженнями [10...11] було встановлено підвищення процесу екстрагування за рахунок додавання нанокompозиту алюмінію в жомопресову воду перед подачею в екстрактор.

В умовах виробництва, для дослідження комплексоутворюючих властивостей нанокompозиту алюмінію в діючу апаратурно-технологічну схему бурякопереробного відділення заводу було встановлено додаткове обладнання (рис.1, I). Основним елементом комплексу додаткового обладнання був генератор розрядних імпульсів 1 (а) з силовою частиною, побудованою на тиристорній елементній базі (рис.2). Подачу імпульсів струму здійснювали на алюмінієві електроди 1 (в) розрядних камер 2 (а), робочий простір яких заповнювався струмопровідним шаром гранул алюмінію. При роботі генератора осмотична вода через патрубок 3 (а)

подавалась в розрядну камеру, а через патрубок 4 (а) колоїд гідроксиду алюмінію направлявся в ємкість 6 з примусовою системою аерації. Характеристика та результати електронної мікроскопії нанокompозиту алюмінію представлено в табл.1 та на рис.3.

Апаратурно-технологічна схема процесу екстрагування включала два паралельно працюючих дифузійних апарата 3 (рис.1). Для подачі нанокompозиту алюмінію, в місце подачі жомпресової води в одному з апаратів було вмонтовано патрубок 1 (б) (рис.2) і дозування реагенту здійснювалось за допомогою мембранного насосу-дозатора 7 (а) (рис.2). Дифузійний сік з двох дифузійних апаратів після пульпоуловлювачів очищувався за типовою схемою, яка включала прогресивну попередню дефекацію та холодно-гарячу основну дефекацію, I та II сатурацію з фільтруванням на патронних та рамних фільтрах, сульфітацію очищеного соку (див. рис.1).



a

Рис.2. Електротехнічний комплекс одержання нанокompозиту алюмінію у виробничих умовах ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані»:

a: 1 – генератор розрядних імпульсів; 2 - розрядні камери; 3 і 4 – патрубки подачі води та відведення нанокompозиту алюмінію; 5 – система аерації; 6 – ємкість з нанокompозитом алюмінію; 7 – дозатор нанокompозиту алюмінію; *б*: 1 – патрубок подачі нанокompозиту алюмінію; 2 – система подачі живильної води на екстрагування; *в*: 1 –електродна система

Таблиця 1

Характеристика нанокompозиту алюмінію

Нано композит	Концентрація металу в розчині, г/дм ³	Середній гідродинамічний радіус, нм	Електрокінетичний потенціал, мВ	Електропровідність, мкСм/см ²	рН
Al(OH) ₃	2,10±0,01	125,00±1,2	22,4±0,65	75,15±1,0	7,43±0,01

Результати досліджень впливу нанокompозиту алюмінію на якісні показники напівпродуктів бурякоцукрового виробництва представлено в табл.2 та на рис.4...рис.5. Визначення технологічних показників напівпродуктів бурякоцукрового виробництва визначали за допомогою методик, рекомендованих в [12, 13].

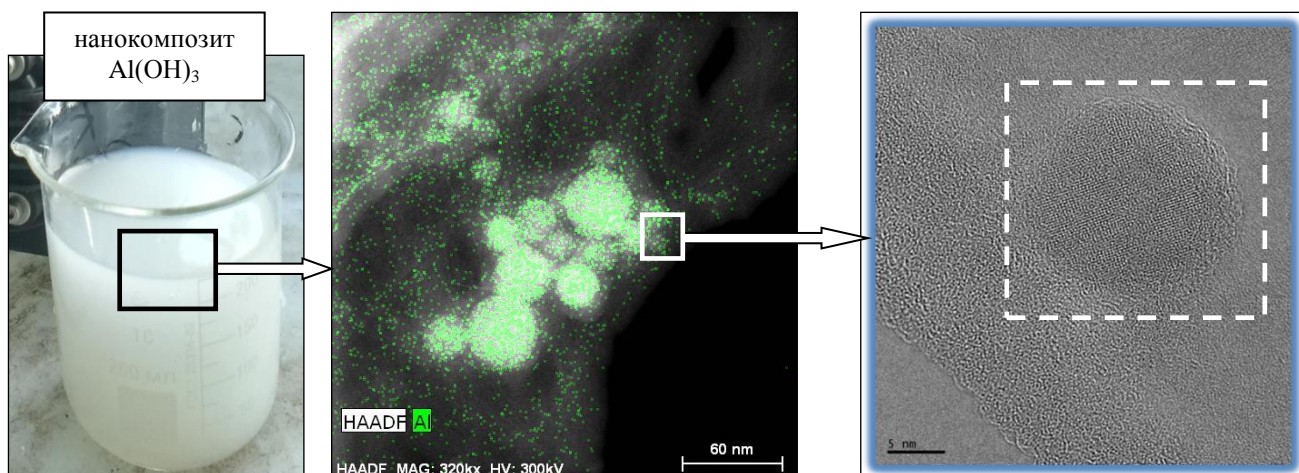


Рис.3. Електронно-мікроскопічне зображення (STEM-EDS) наноккомпозиту алюмінію, одержаного електроіскровим способом

Таблиця 2

Вплив наноккомпозиту алюмінію на продукти бурякоцукрового виробництва

№ П.П.	Схема екстрагування	Наноккомпозит алюмінію, % до м.в.	Переддефекований сік				СР віджатого жому, %	Чистота, %				Ефект очищення, %		Вихід цукру, % до маси буряку
			pH ₂₀	швидкість відстоювання, S ₅ см/хв	об'єм осад, V ₂₅ %	жомпресової води		буряково соку	Чистота дифузійного соку	Чистота сульфітованого соку	дифузійного соку	сульфітованого соку		
1	Типова схема	-	11,2	3,1	25,3	25,0	75,0	86,0	87,2	89,8	9,83	22,62	13,17	
2	З додаванням реагенту	0,0005	11,2	2,6	33,2	27,35	82,3	86,0	89,23	91,5	25,83	23,04	13,32	

Як видно з даних табл.2, додавання до жомопресової води нанокompозиту алюмінію у кількості 0,0005 % до маси води дозволяє суттєво підвищити якісні показники соків по «верстату» заводу. Це стосується не тільки покращення якісних показників дифузійного соку (підвищення його чистота на 2 %), але й інших напівпродуктів. Так, спостерігалось підвищення чистоти жомопресової води, яка подається в установку, а також покращення роботи жомових пресів з можливістю віджимати жом до вмісту сухих речовин 27 %. За рахунок впровадження даного заходу зафіксовано підвищення виходу цукру на 0,15 %, що є практичним доказом ефективності додавання нанокompозиту алюмінію. Однак, зафіксовано також зменшення швидкості осадження та збільшення об'єму осаду соку попередньої дефекації. Можливо це пов'язано з утворенням дрібніших часток колоїдів в процесі переддефекації. Це питання вимагає додаткового дослідження. Однак при цьому не зафіксовано порушень фільтрувальних властивостей соків, а фільтрат та декантат переддефекованого соку мали меншу кольоровість та кращу прозорість (рис.4).

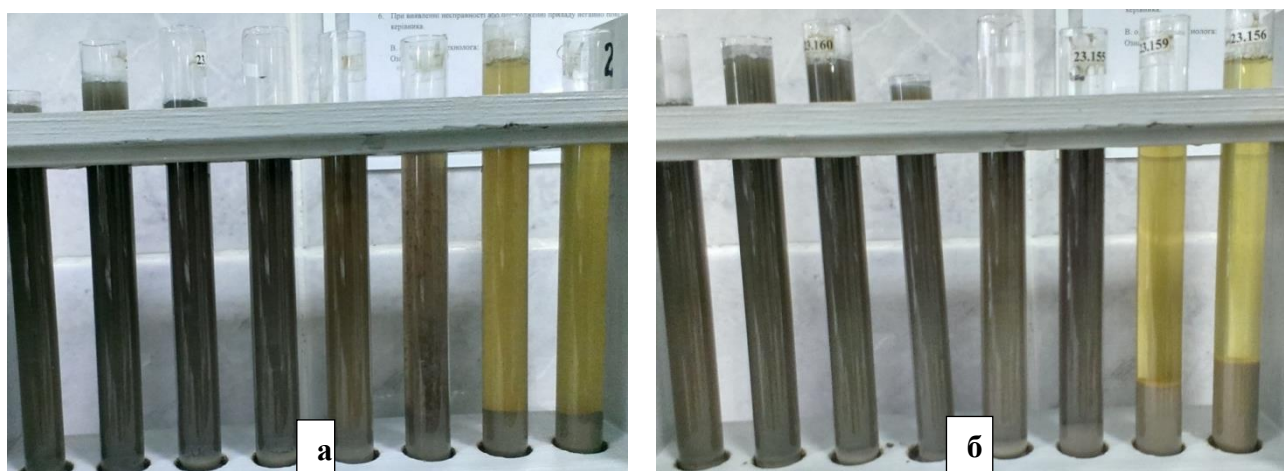


Рис.4. Вплив нанокompозиту алюмінію на властивості соку попередньої прогресивної дефекації у виробничих умовах ТОВ «Юкрєйніан Шугар Компані»
а – типова схема екстрагування; б – з додаванням нанокompозиту алюмінію в процесі екстрагування

Таким чином, досягнутий ефект можна пояснити тим, що нанокompозит алюмінію в процесі екстрагування проникає в стружку по каналам пошкоджених під час різання поверхневих клітин, укріплює клітинні стінки за рахунок утворення міцного нерозчинного пектату алюмінію. Можна припустити, що при потраплянні в наповнені клітинним соком вакуолі, реагент частково коагулює високомолекулярні

речовини, що покращують дифузію сахарози з клітин в екстрагент. Лабораторні дослідження показали, що клітинна структура при цьому практично не змінюється, порівняно з типовою схемою екстрагування (рис.5). Такі ж комплекси, можливо, утворюються з іншими речовинами колоїдної дисперсності клітинного соку – жирами, сапоніном та ін.

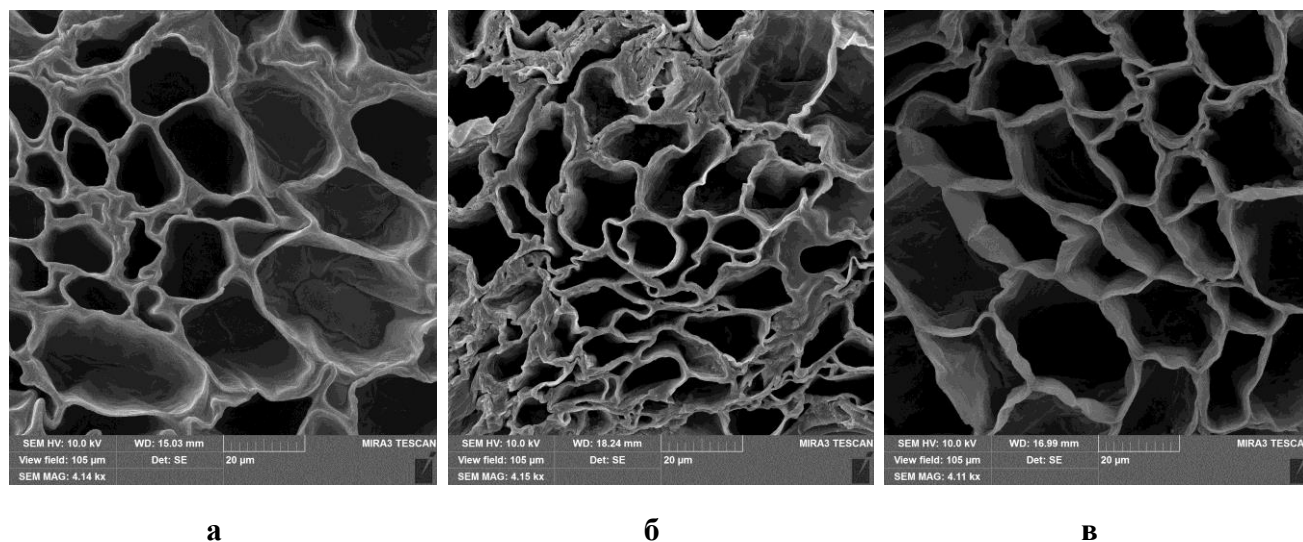


Рис.5. Електронно-мікроскопічне зображення (SEM) клітин стружки цукрового буряку: а – до екстрагування (натив); б – типова схема екстрагування; в - з додаванням нанокompозиту алюмінію в процесі екстрагування

Результати досліджень показали, що застосування нанокompозиту алюмінію, одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування при додаванні в жомопресову воду в кількості 0,0005 % до маси води дозволяє підвищити чистоту дифузійного соку на 2,0 %, а чистоту жомопресової води на 7,3 %. При цьому ступінь пресування жому підвищується на 2,35 % за рахунок збільшення пружності стружки. Позитивний результат застосування нанокompозиту алюмінію зберігається в подальших технологічних процесах, що дозволило досягти підвищення чистоти сульфатованого соку на 1,7 %, а також спостерігалось підвищення виходу цукру на 0,15 % до маси буряку.

Література

1. Силин, П. М. Технологія свеклосахарного виробництва / П. М. Силин // Ч.2. – М.: Пищепромиздат, 1948. – 203 с.
2. Сапронов, А. Р. Технологія сахарного виробництва. / А. Р. Сапронов. // – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495 с.

3. Гусятинська, Н. А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків : дис. д-ра техн. наук: 05.18.05 / Наталія Альфредівна Густинська // – К., 2008. – 627 с.
4. Баранникова, А. Н. Повышение качества очистки сахаросодержащих растворов с применением алюминийсодержащего сорбента: дис. к-та техн. наук: 05.18.05 / Алла Николаевна Баранникова // – М., 2007. – 161 с.
5. Азаренков, Н. А. Наноматериалы, нанопокрытие, нанотехнологии: Учебное пособие / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк, Л. В. Маликов, П.В. Турбин // – Х.: ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. - 209с.
6. Патент 104338 UA, МПК C13B 20/00 (2014.01). Спосіб очищення дифузійного соку / В. В. Олішевський, Л. М. Верченко, А. І. Маринін, С. В. Ткаченко, О. В. Ардинський, К. Г. Лопатько; заявник і патентовласник НУХТ. – № a201204314; заявл. 06.04.2012 ; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2, 2014.
7. Верченко, Л. М. Перший досвід застосування реагенту в нанорозмірному стані для додаткового очищення дифузійного соку в бурякоцукровому виробництві/ Л. М. Верченко, С. В. Ткаченко, А. І. Маринін // Цукор України: науково-практичний галузевий журнал. - 2012. - № 12. - С. 15-20.
8. Liapina, K. V. The lime purification of sugar-containing solution using high viscosity colloidal solutions / K. V. Liapina, P. G. Dulnev, A. I. Marynin, N. N. Pushanko, V. V. Olishevskiy // Biotechnologia Acta, V. 8, No 6, 2015. - Pp.71-76.
9. Патент на корисну модель 38461 UA, МПК (2006) B22F 9/08 . Пристрій для отримання колоїдних розчинів ультрадисперсних порошоків металів / К. Г. Лопатько, Є. Г. Афтанділянц, А. А. Щерба, С. М. Захарченко, С. А. Яцюк, заявник і патентовласник Національний аграрний університет. – № u200810312; заявл. 12.08.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1, 2009.
10. Українець, А. І. Коагуляційне очищення жомопресової води гелем алюмінію / А. І. Українець, В. В. Олішевський, Н. М. Пушанко, К. В. Ляпіна, А. І. Маринін // Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій. - 2015. - 21, № 5. - С. 237-243.
11. Українець, А.І. Розроблення ресурсозберігаючого процесу екстрагування сахарози з цукрового буряку з використанням нанокompозиту алюмінію

/ А. І. Українець, В. В. Олішевський, Н. М. Пушанко, Є. М. Бабко, Т. В. Никитюк // Удосконалення процесів і обладнання – запорука інноваційного розвитку харчової промисловості : матеріали міжн. наук.-практ. конф., 8-10 листоп. 2016 р., м. Київ / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, НУХТ. – К.: НУХТ, 2016. – С. 117-119.

12. Инструкция по химико-технологическому контролю и учету сахарного производства. – К: ВНИИСП, 1983. - 476 с.

13. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики (ПУП) 15.83-37-106:2007 / М. М. Ярчук, М. Ф. Калініченко, В. П. Чупахіна та ін. // Видавництво ТОВ «Інформаційно-аналітичний центр «Цукор України». – К.: 2007. – 420 с.