

НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ЦУКРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

*К.Г. Лопатько, кандидат технічних наук
Національний університет біоресурсів і
природокористування України*

С.В. Ткаченко, аспірант

*В.В. Олішевський, Л.М. Верченко, А.І. Маринін,
кандидати технічних наук*

О.В. Ардинський, аспірант

Національний університет харчових технологій

Представлено результати досліджень використання препарату наночастинок гідроксиду алюмінію, як додаткового реагенту до типової технологічної схеми очищення соків цукрового виробництва. Найбільший ефект очищення спостерігається за умов оброблення дифузійного соку препаратом наночастинок гідроксиду алюмінію при додаванні його на попередньому прогресивному вапнуванні (підвищення чистоти соку попереднього вапнування на 3,1%, приріст ефекту очищення на 21,4%).

Дифузійний сік, препарат наночастинок гідроксиду алюмінію, попереднє прогресивне вапнування, основне вапнування.

Постановка проблеми. Нині важливим напрямком досліджень і розробок в науковому просторі, що націлені на вирішення комплексних науково-технічних і технологічних завдань є можливість застосування нанотехнологій.

Неодноразово підкреслювалось, що нанотехнології здатні, в принципі замінити чи вдосконалити багато існуючих технологій, та скласти основу для створення нових галузей промисловості і перетворення наукових моделей в багатьох галузях. Рівень знань та теоретичних уявлень про основні явища в області нанотехнологій і методики їх досліджень поки що невисокий. Для реалізації цих можливостей потрібні більш глибокі наукові знання. Основною проблемою сьогодення є розробка нових методів та наукових теорій для вивчення поведінки середовищ та матеріалів в нанометровому масштабі [1].

Як відомо, нанорозмірним вважається стан речовини, за якого розмір частинок коливається від долей до десятків нанометрів.

© К.Г. Лопатько, С.В.Ткаченко, В.В. Олішевський, Л.М. Верченко,
А.І. Маринін, О.В. Ардинський, 2012

Передбачається, що використання систем із розміром частинок від долей до десятків нанометрів забезпечить прогрес практично у всіх галузях науки, техніки та стане стратегічним напрямком їх розвитку в XXI столітті.

Аналіз останніх досліджень. Зокрема в цукровій промисловості для очищення дифузійного соку використовують гідроксид кальцію вапняного молока [2], але він не забезпечує високий ефект видалення нецукрів, особливо у разі перероблення буряків погіршеної технологічної якості, що зумовлено неповними коагуляцією та осадженням речовин, які знаходяться в колоїднодисперсному та розчиненому стані під час попереднього вапнування та часткове руйнування зкоагульованих агрегатів з переходом їх у розчин під час основного вапнування. Можливість видалити значну частину нецукрів на подальших етапах очищення, призводить до значних витрат реагенту та втрати цукрози. Тому актуальним є пошук нових комплексних реагентів в нанорозмірному стані, які дозволять забезпечити максимальний ефект очищення соків цукрового виробництва.

Відомо, що іони Al^{3+} в лужному середовищі мають високу коагулюючу здатність [3, 4], що сприятливо впливає на процес фільтрування, але загальний вплив його на процес очищення дифузійного соку вивчено недостатньо.

Мета досліджень. Дослідити вплив препарату наночастинок гідроксиду алюмінію $[Al(OH)_3]$ на чистоту дифузійного соку на стадіях попереднього та основного вапнування.

Для додаткового оброблення дифузійного соку був використаний препарат наночастинок $Al(OH)_3$, одержаний за допомогою способу об'ємного електроіскрового диспергування [5], з концентрацією $Al(OH)_3$ – 60 мг/дм^3 . Розмір частинок твердої фази в препараті складає в середньому $317,0 \text{ нм}$, дзета-потенціал системи $+41,2 \pm 3,0 \text{ мВ}$ (рис. 1).

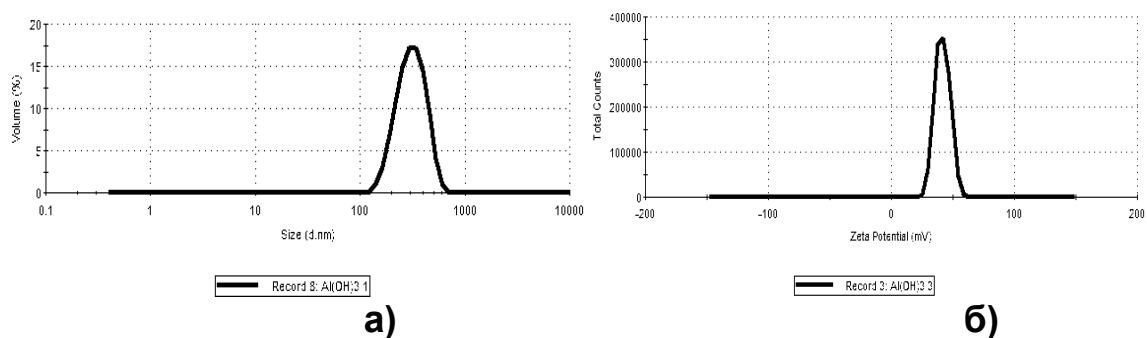


Рис. 1. Розподіл розмірів частинок твердої фази (а) та дзета-потенціалу системи (б) препарату наночастинок гідроксиду алюмінію

Реакція середовища одержаного препарату лужна: $pH_{20}=8,2$. Рентгеноструктурний аналіз одержаного препарату показав, що в препараті присутня в основному моноклінна фаза гідроксиду алюмінію в кількості 93,75% та сліди від чистого алюмінію в кількості 6,25 % (рис. 2).

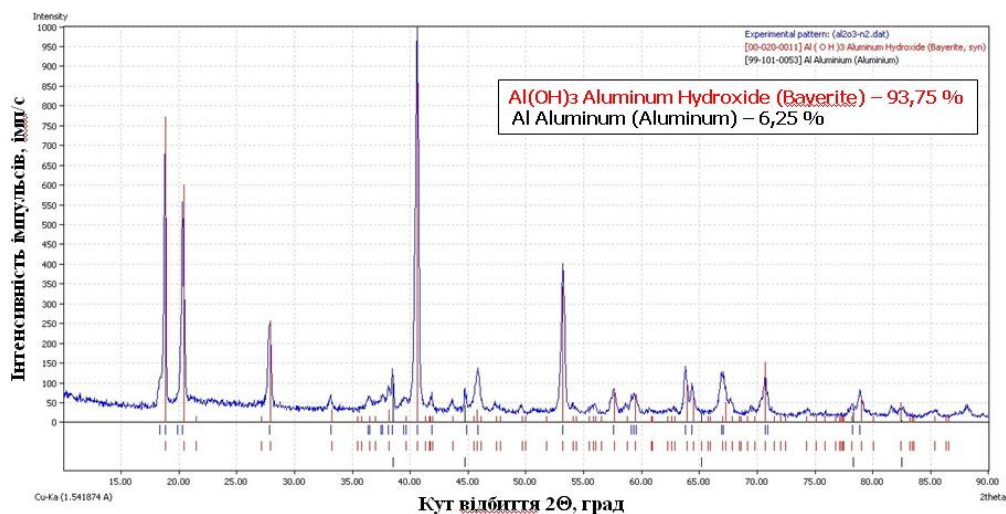


Рис. 2. Дифрактограма твердої фази препарату наночастинок $Al(OH)_3$.

За морфологічними ознаками більшість частинок препарату $Al(OH)_3$ переважно мають пірамідальну та сферичну форму.

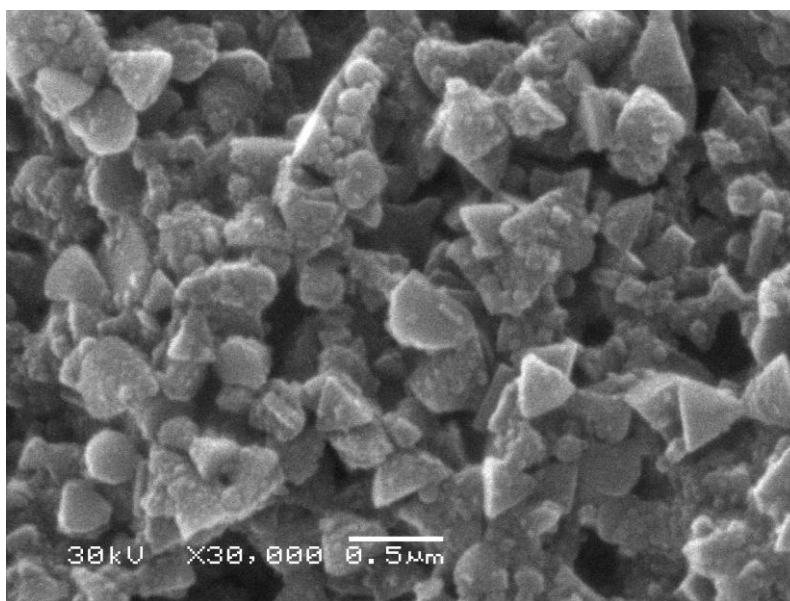


Рис. 3. Електронна мікрофотографія частинок $Al(OH)_3$.

Очищенню піддавали дифузійний сік, з ПАТ «Кагарлицький цукровий завод». Сік очищали вапном у вигляді вапняного молока, яке готувалось безпосередньо перед подаванням у сік. Вапно

одержували випалом кондиційного вапняку Комсомольського рудоуправління із вмістом CaCO_3 – 98,2% [6]. Очищення соку проводили за типовим способом: прогресивне тепле попереднє вапнування, основне гаряче вапнування [2]. Препарат наночастинок додавали в кількості 0,0003% $\text{Al}(\text{OH})_3$ до маси соку. Вивчали вплив цього реагенту як на фільтровані соки попереднього та основного вапнування, так і на соки безпосередньо під час проведення процесів попереднього та основного вапнування. Оброблені зразки фільтрували, охолоджували та аналізували, вимірюючи pH_{20} , вміст сухих речовин, вміст цукру, визначали чистоту, підраховували локальний ефект очищення, визначали zeta-потенціал та питому електропровідність розчинів.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що оброблення фільтрованого соку попереднього вапнування (табл. 1) препаратом наночастинок гідроксиду алюмінію в порівнянні із необробленим соком сприяє підвищенню чистоти та локального ефекту очищення в середньому на 2,4% та 19,9% відповідно, на 22% зменшується питома електропровідність та на 10% збільшується ζ -потенціал. Останнє свідчить про підвищення стабільності дисперсної системи в разі додавання до неї препарату наночастинок гідроксиду алюмінію.

1. Вплив препарату наночастинок гідроксиду алюмінію на якість соків попереднього вапнування.

Найменування зразка	Показники								
	pH_{20}	СР, % м.р.	Цк, % м.р.	Ч, % м.р.	ζ , мВ	Х, См·м- 1	Лок. ефект очищ., %	ΔЧ абс., %	ΔЛЕ абс. , %
Додавання реагенту у фільтрований сік попереднього вапнування									
Дифузійний сік	5,9	14,0	12,1	86,4	-5,27	0,310	-	-	-
Сік попереднього вапнування до оброблення	11,0	14,2	12,5	88,0	-4,47	0,318	13,3	-	-
Сік попереднього вапнування після оброблення	10,8	14,8	13,4	90,5	-4,00	0,248	33,2	2,4	19,9
Додавання реагенту у сік безпосередньо під час проведення попереднього вапнування									
Дифузійний сік	5,5	14,3	12,1	84,5	-3,95	0,319	-	-	-
Сік попереднього вапнування до оброблення	11,0	14,3	12,3	86,0	-4,56	0,403	12,5	-	-
Сік попереднього вапнування після оброблення	11,0	13,1	11,7	89,3	-5,17	0,403	33,9	3,1	21,4

Примітка: СР – сухі речовини; Цк – вміст цукру; Ч – чистота; м.с. – маса соку; ζ – дзета-потенціал; Х – питома електропровідність.

Середній приріст локальних ефектів очищення та приріст чистоти соку попереднього вапнування за умов додаткового оброблення реагентом $Al(OH)_3$ безпосередньо під час попереднього вапнування дещо вищі, ніж при додаванні його у фільтрований сік попереднього вапнування, а саме локальний ефект очищення більший на 0,7% та приріст чистоти також вищий на 0,7%.

Як свідчать дані табл. 2, додаткове оброблення фільтрованого соку основного вапнування препаратом наночастинок гідроксиду алюмінію має позитивний вплив на якість соку, хоч він і декілька менший, ніж на соках попереднього вапнування. Чистота додатково обробленого соку в порівнянні з необробленим зростає в середньому на 1,5%, а локальний ефект очищення – на 11,8%, що підтверджується зниженням на 11% питомої електропровідності соку. Електрокінетичний потенціал в разі додавання гідроксиду алюмінію у фільтрований сік основного вапнування майже не змінюється.

2. Вплив препарату наночастинок гідроксиду алюмінію на якість соків основного вапнування

Найменування зразка	Показники								
	pH20	СР, % м.р.	Цк, % м.р.	Ч, % м.р.	ζ, мВ	χ, См·м-1	Лок. ефект очищ., %	ΔЧ абс., %	ΔЛЕ абс., %
Додавання реагенту у фільтрований сік основного вапнування									
Дифузійний сік	5,7	14,0	12,0	86,4	-4,73	0,269	-	-	-
Сік основного вапнування до оброблення	12,0	14,3	12,5	87,4	-2,40	0,536	10,1	-	-
Сік основного вапнування після оброблення	11,9	14,4	12,8	88,9	-2,41	0,477	21,9	1,5	11,8
Додавання реагенту у сік безпосередньо під час проведення основного вапнування									
Дифузійний сік	6,2	14,9	12,7	85,2	-8,81	0,146	-	-	-
Сік основного вапнування до оброблення	12,2	15,0	12,9	85,8	-2,89	0,520	6,0	-	-
Сік основного вапнування після оброблення	12,2	14,8	13,0	87,6	-3,56	0,119	19,8	1,8	13,9

Примітка: СР – сухі речовини; Цк – вміст цукру; Ч – чистота; м.с. – маса соку; ζ – дзета-потенціал; χ – питома електропровідність

Дослідження впливу препарату наночастинок гідроксиду алюмінію на якість соку основного вапнування при додаванні його безпосередньо під час проведення процесу свідчать, що підвищення локального ефекту очищення, який був знайдений при обробленні фільтрованого соку основного вапнування, зберігається.

Висновок. В результаті досліджень виявлено, що за умов додаткового оброблення наночастинок гідроксиду алюмінію, має

місце приріст локальних ефектів очищення як соку попереднього, так і основного вапнування. Раціональним місцем введення додаткового реагенту $[Al(OH)_3]$ є метастабільна зона з $pH_{20}=8,3\div 8,4$ попереднього прогресивного вапнування. За таких умов локальний ефект очищення соку попереднього вапнування зростає в середньому на 21,4% порівняно із соком без додаткового оброблення.

Список літератури

1. Коллоидно-химические основы наноауки: [Кол. ауторов под. редакцией акад. Шпака А.П. и проф. Ульбера З.Р.]. – Киев: Академперіодика, 2005. – 462 с.
2. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М.: Колос, 1999. – 495 с.
3. Запольский А.К. Очистка воды коагулированием / Запольский А.К. – ЧП «Медоборы – 2006», 2011. – 296 с.
4. Герасименко О.А. Методи аналізу і контролю у виробництві цукру / О.А. Герасименко, Т.П. Хвальковский. – К.: Вища школа, 1992. – 118 с.
5. Применение объемного электроискрового диспергирования для получения седиментационно устойчивых гидрозолей биологически активных металлов / А.А. Щерба, С.М. Захарченко, К.Г. Лопатько, Е.Г. Афтандиянц // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ. – 2009. – № 22. – С. 74-79.
6. Инструкция по химико-техническому контролю и учёту сахарного производства. – Киев: ВНИИСП, 1983. – 475 с.

Представлены результаты исследований использования препарата наночастиц гидроксида алюминия, как дополнительного реагента к типовой технологической схеме очистки соков сахарного производства. Наибольший эффект очистки наблюдается в условиях обработки диффузионного сока препаратом наночастиц гидроксида алюминия при добавлении его на предварительном прогрессивном известковании (повышение чистоты предварительного известкования на 3,1%, прирост эффекта очистки на 21,4%).

Диффузний сок, препарат наночастиц гидроксида алюминия, предварительное прогрессивное известкование, основное известкование.

The results of studies on the use of the preparation of nanoparticles of aluminum hydroxide as an additional reagent to the sample purification process flow of juice from sugar production. The largest treatment effect observed in processing the raw juice preparation of nanoparticles of aluminum hydroxide by adding it to the progressive pre-liming (higher purity lime prior to the 3.1% increase in treatment effect by 21.4%).

Diffusion juice, preparation nanoparticles of aluminum hydroxide, progressive pre-liming, main liming.