

**В.Г. Погребняк**, д-р техн. наук (ДонНУЕТ, Донецьк)

**І.В. Перкун**, канд. техн. наук (ДонНУЕТ, Донецьк)

**А.В. Погребняк**, канд. техн. наук (ДонНУЕТ, Донецьк)

## **ОЧИЩЕННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І МІКРООРГАНІЗМІВ АКТИВОВАНИМИ ФЛОКУЛЯНТАМИ**

*Здійснено експериментальні дослідження перспективного напрямку підвищення безпеки та якості яблучного соку в процесі його освітлення і очищення за допомогою гідродинамічно-активованих флокулянтів.*

*Проведены експериментальные исследования перспективного направления повышения безопасности и качества яблочного сока путем его осветления и очистки гидродинамически-активированными флокулянтами.*

*In the work it is carried out experimental studies of the promising trends of increase in the consumer properties, quality and safety of apple juice by its clarification and cleaning by the hydrodynamic-activated flocculants.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Стійка тенденція зростання виробництва й споживання плодово-ягідних соків відзначається в усьому світі [1; 2]. Найпоширенішою садовою культурою в Україні є яблука, урожай яких у 2011 р. склав 1,05 млн тонн, а світове виробництво – 75 млн тонн. У нашій країні в найбільших об'ємах виробляється яблучний сік, його частка в загальному виробництві соків становить ~45% і, при цьому, ~55% вироблених яблук використовується для виробництва соку. Масове виробництво яблучного соку вимагає вирішення питання з формування якості, стабільності й, особливо, безпеки готового продукту. Вирішення цього питання пов'язано багато в чому із впливом процесу освітлення й очищення яблучного соку на його споживні властивості й безпеку.

Процес поділу яблучного соку – колоїдної системи на осад і прозору рідину (сік) і є освітлення (з очищенням від важких металів і мікроорганізмів). Освітляти соки можна відразу після їх одержання за допомогою речовин органічного й неорганічного походження: бентоніту, флокулянтів (желатину, полівінілпіролідону, поліакриламідну, поліетиленоксиду) [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методи, які використовують на практиці для освітлення яблучного соку, мають свої переваги: ефективне видалення колоїдних сполук із яблучного соку,

невеликі витрати реагенту й недоліки: обмеженість використання, висока вартість, відсутність налагодженого виробництва реагентів в Україні. Такий стан речей є передумовою для пошуку більш ефективних речовин для освітлення, очищення й інтенсифікації цього процесу, які технологічно й економічно задовольняли б вимогам виробництва щодо формування споживних властивостей яблучного соку. Насамперед, це підвищення прозорості й стабільності яблучного соку, його безпеки й зменшення собівартості. Такими речовинами можуть бути полімерні флокулянти, що знайшли широке використання для очищення, наприклад, питної води [4], розчинів медичних препаратів і концентрування клітинних суспензій у біотехнологіях [5], для обробки виноматеріалів і вин [6].

Відомо, що полімерні флокулянти є високоефективними реагентами, які можуть використовуватися для очищення різних рідин від важких металів [7]. Здатність полімерних флокулянтів осаджувати важкі метали з рідини може бути використана для глибокого очищення від важких металів яблучних соків, тобто для підвищення їхньої безпеки. Рослинна сировина, у тому числі й плоди яблук, мають значне природне початкове забруднення мікроорганізмами. Забруднення соків мікрофлорою різного походження призводить до утворення невластивих сокам хімічних речовин, погіршуючи тим самим їх споживні характеристики й роблячи соки в певній мері небезпечними. Крім того, у соку з'являються “затхлий”, “пліснявий” присмак і запах, що призводить до значного зниження якості соків [3].

Ефективним профілактичним засобом для попередження інфікування й збереження споживних властивостей соків є підбір і використання якісної сировини, її швидка переробка, а також очищення соків від мікроорганізмів. Одним із методів такого очищення може бути флокуляція [8], тобто використання полімерних флокулянтів не тільки для освітлення, але й для глибокого очищення яблучного соку, як від важких металів, так і від мікроорганізмів.

Основними характеристиками флокулянтів, які істотно впливають на їх споживні властивості та якість, є їхня молекулярна маса, гнучкість полімерного ланцюга, якість розчинника і їхня концентрація у розчині. Як правило, зі збільшенням молекулярної маси флокулянту його флокулююча дія підвищується. Це обумовлено можливістю більших макромолекул зв'язувати більше число часток у флокули за допомогою полімерних містків між частками. Усе це свідчить про те, що флокулююча дія макромолекул однієї молекулярної маси визначається величиною поверхні макромолекулярного клубка, тобто його конформацією, яка в свою

чергу визначається гнучкістю ланцюга. Гнучкість ланцюга можна змінювати температурою, розчинником, а також впливом на систему гідродинамічного поля [9]. Теоретично доведено, що дворазове підвищення розмірів молекулярного клубка флокулянту за рахунок його розгортання під дією гідродинамічного поля, повинно зумовлювати підсилення інтенсивності флокуляції в дисперсній системі більш ніж на порядок. При цьому повинно спостерігатися зменшення майже в 5 разів оптимальної концентрації флокулянту і зниження залишкової концентрації (до слідових значень) у системі після освітлення [10].

Тому до вирішення задачі з підвищення безпеки, а також і споживних властивостей яблучного соку можна підійти, використовуючи для його освітлення, спостережуване збільшення флокулюючої здатності гнучколанцюгових водорозчинних полімерів під дією гідродинамічного поля, що розтягує [10; 11].

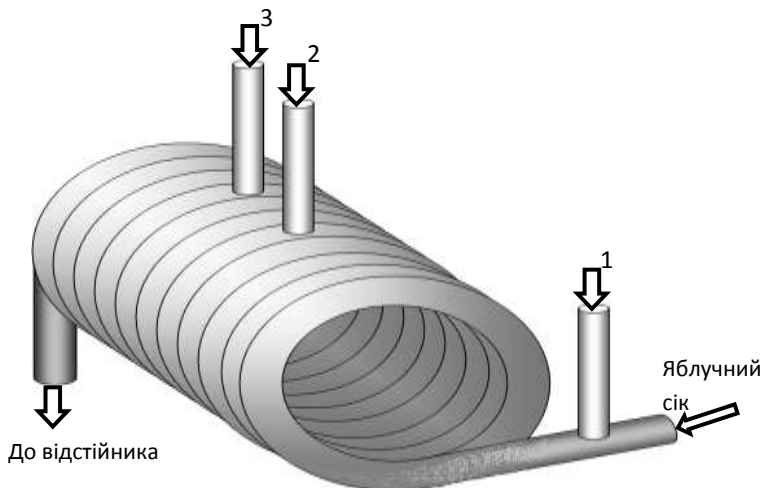
**Мета та завдання статі** – вивчення можливості застосування гідродинамічно-активованих флокулянтів для очищення яблучного соку від важких металів і мікроорганізмів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Нами було експериментально доведено наявність сильного деформаційного впливу гідродинамічного поля на макромолекулярні клубки в умовах турбулентності [11]. Дослідження розчинів поліетиленоксиду (ПЕО) показали, що відношення коефіцієнта подвійної променезаломлюваності  $\Delta n$  до гранично можливого  $\Delta n_{\infty}$  у разі впливу на макромолекули гідродинамічних полів у модельних умовах пристінної турбулентності, досягає 0,33, що відповідає ступеню розгорнутості полімерного ланцюга ~60 % [12].

Викладене вище з'явилося визначальним для того, щоб запропонувати простий, але досить ефективний флокулятор, який дозволяє активувати макромолекули флокулянту під дією турбулентності з метою формування споживних властивостей яблучного соку й формування флокул із бажаними властивостями. Даний флокулятор показаний на рисунку.

Соки були отримані з яблук зібраних у екологічно благополучних регіонах України (Кримська АР і Південний Схід України), а також з екологічно забруднених районів Донбасу.

Яблучний сік, отриманий із яблук вирощених у Донбасі, може бути забруднений хімічними елементами й сполуками миш'яку, кобальту, свинцю, ртуті, цинку, кадмію й інших важких металів, що негативно впливає на здоров'я населення [13].



**Рисунок – Трубчастий флокулятор із активацією за допомогою турбулентності системи флокулянт-яблучний сік:**

**1 – ввід для ПЕО (1-а порція інжекції),  
2 і 3 – вводи для ПЕО (2-а та 3-я порції)**

Очищення яблучного соку від важких металів активованими поліетиленоксидом (ПЕО) WSR-301, Штокополем і Praestol проводилося одночасно із процесом його освітлення. Це економічно вигідно, тому що не вимагає додаткових витрат флокулянту. Соки, що отримані з яблук, вирощених у екологічно благополучних регіонах України (Крим та Південний Схід України) і найбільш забруднених районів Донбасу аналізувалися на вміст важких металів. Хімічні елементи (крім ртуті) визначали спектральним (аналізатор СТЕ-1), атомно-адсорбційним (спектрометри Ф115-ПК та ААС-1), спектрофотометричним (аналізатор СФ-26) методами згідно з ДСТУ 51309-99, а ртуть визначали з використанням аналізатора РАФ-1; підготовка проб відповідно до ДСТУ 26929-94.

Отримані значення вмісту важких металів у соку з яблук сорту Джонатан, зібраних у Криму й оброблених гідродинамічно-активованими ПЕО й Praestol у порівнянні з контрольним (не обробленим флокулянтом) і ГДК наведено в табл. 1.

Результати досліджень дозволяють зробити висновок про те, що полімерні флокулянти є ефективними реагентами, які можна використовувати для глибокого очищення яблучних соків від важких металів. Отримані кількісні дані (див. табл. 1), що характеризують вміст важких металів у яблучному соку з яблук екологічно

благополучних регіонів України відповідають вимогам, які висуваються виробникам яблучних соків.

**Таблиця 1 – Вміст важких металів у яблучному соку з яблук сорту Джонатан, який освітлено активованими ПЕО й ГПАА**

Хімічні елементи	Вміст металів, мг/кг			
	ГДК	Флокулянт		Контроль
		ПЕО	Praestol	
As	<0,20	0,110	0,100	0,140
Cd (II)	<0,03	0,020	0,010	0,025
Pb(II)	≤0,40	0,300	0,200	0,350
Hg (II)	<0,02	0,010	сліди	0,013
Ni	-	0,018	0,011	0,023

Проведені дослідження з визначення вмісту важких металів у яблучних соках, які отримано з яблук найбільш забруднених районів Донецької області, підтвердили високу ефективність запропонованих реагентів, особливо Praestol, для очищення яблучного соку від важких металів.

Якщо в ґрунтах Кримської АР ртуті було виявлено не більше 0,024 мг/кг і при цьому в яблуках вміст ртуті не перевищував 0,013мг/кг, а свинцю 0,60 мг/л і 0,31 мг/л відповідно, то в ґрунтах садівничих кооперативів міста Горлівка в районі Микитівського ртутного комбінату й міста Єнакієве поблизу коксохімічного й металургійного заводів ці показники доходили до 5 мг/кг (ртуть) і 210 мг/л (свинець). В окремих місцях на околиці міста Єнакієве до 10 мг/кг (ртуть) і 673 мг/л (свинець).

У соках же, що були виготовлені з яблук зазначених промислових регіонів, вміст ртуті й свинцю перевищував ГДК майже на порядок. Використання гідродинамічно-активованого Praestol дозволяло зменшити вміст ртуті й свинцю до 2-3 ГДК. Доведено також, що гідродинамічно-активовані флокулянти за мізерно малої робочої концентрації очищують від важких металів яблучні соки з яблук екологічно забруднених районів Донбасу з перевищенням ГДК до 5 разів.

Таким чином, розуміння механізму зв'язування, осадження важких металів активованими флокулянтами й отримані результати дозволяють нам запропонувати інноваційний напрям формування

безпеки й якості яблучного соку під час його освітлення, що має важливе значення для екологічно напружених регіонів України.

Плоди яблук, мають природне початкове забруднення мікроорганізмами, а це призводить до забруднення мікроорганізмами і яблучних соків. У той же час самі соки є сприятливим середовищем для розмноження мікроорганізмів: останні інтенсивно й рівномірно поширюються за всім об'ємом продукту, а наявність вуглеводів стимулює ріст і розмноження молочнокислих бактерій (*Bac. subtilis*, *Bac. Cereus*), коків і дріжджів (*Saccharomyces*, *Hanseniaspora*, *Torulopsis*, *Candida*). Соки є оптимальним середовищем для розвитку мікроорганізмів. У кислому середовищі добре розмножуються мікроскопічні гриби, які, нейтралізуючи його сприяють розвитку гнильних мікроорганізмів. Пліснявіння готового соку найчастіше викликають гриби роду *Penicillium*, *Aspergillus*, *Torulopsis*, *Monilia*. Мікрофлора різного походження призводить до прокисання й зброджування й, як наслідок – помутніння, спінювання, зміна кольору, смаку й запаху, погіршуючи тим самим споживні властивості соку й роблячи його в певній мірі небезпечним для вживання в їжу.

Ефективним профілактичним засобом для попередження інфікування й збереження споживних властивостей соків, а також підвищення їхньої безпеки є відбір і використання якісної сировини, її швидка переробка, а також очищення соків від мікроорганізмів.

Відомо, що як альтернативний спосіб знезараження питної води хлоруванням, низка вчених і фахівців розглядають коагуляційний і флокуляційний способи очищення води. У праці [14] показано, що використання коагулянтів і флокулянтів приведе до ефективного видалення з води мікроорганізмів. Як тестова культура було використано штам бактерій *Escherichia coli* 1257. Використання бактерій групи кишкової палички для контролю якості води ґрунтується на тому, що основний вид цієї групи *E.coli*. має один з найбільших коефіцієнтів опірності в загальній низці ентеробактерій, у тому числі й патогенних. Було отримано високий ступінь видалення бактерій *Escherichia coli* 1257 за допомогою використання коагулянтів, який досягає від 98,0 до 99,2%, причому більша їхня частина видалялася з води при контакті реагенту з бактеріями не більше 10-30 хв. У випадку використання флокулянтів, ефективність видалення бактерій підвищувалася й досягала 99,96%, що задовольняє санітарним вимогам до води питної.

Отже, є підстави очікувати, що одним із методів підвищення безпеки яблучних соків шляхом видалення мікроорганізмів із яблучного соку може бути флокуляція, тобто використання

полімерних флокулянтів не тільки для освітлення, але й для глибокого очищення соку, як від важких металів, так і від мікроорганізмів.

Ступінь забруднення яблучного соку мікроорганізмами оцінювали за величиною мікробного числа (загальний вміст мікроорганізмів). Мікробне число має санітарно-показове значення, тому що воно свідчить про ступінь забруднення патогенною мікрофлорою. Обробка свіжевиготовлених яблучних соків проводилась із використанням раціональних концентрацій ПЕО, ГПАА й гідродинамічних режимів активації флокулянтів, встановлених у праці [3]. Клітини мікроорганізмів на живильному середовищі активно розмножувалися, утворюючи колонії, які видно навіть неозброєним оком. Були виявлені мікроскопічні гриби *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, бактерії - сарцини, мікрококи, *Streptococcus*. Порівняльний вміст мікроорганізмів у яблучних соках, які були оброблені й необроблені (контроль) активованими флокулянтами, наведено в табл. 2.

**Таблиця 2 – Вміст мікроорганізмів у яблучних соках, оброблених і необроблених активованими ПЕО й Praestol**

Зразок соку	Кількість мікроорганізмів, $10^5/\text{див}^3$		
	контроль	ПЕОз ГП	Praestolз ГП
Кальвіль сніжний	2,50	1,25	1,10
Джонатан	2,27	1,14	1,00
Уелсі	1,98	0,99	0,87
Слава переможцям	1,91	0,93	0,80

Результати аналізу мікроорганізмів яблучного соку, які наведено в табл. 2, показують, що спостерігається стійка тенденція зменшення кількості мікроорганізмів в яблучних соках очищених активованими флокулянтами. Видно, що кількість мікроорганізмів у яблучному соку зменшується в 2...2,28 разів. Використання активованого Praestol дозволяє одержати кращий результат, ніж ПЕО. Очевидно, це обумовлено поліелектролітними властивостями гідролізованого поліакриламиду. Варто очікувати збільшення строку зберігання непастеризованого яблучного соку за умов його освітлення й очищення активованими флокулянтами, тому що разом із флокулами, які утворюються, мікроорганізми випадають в осад і через це поява опалесценції й неприємного запаху цвілі повинно спостерігатися на більш пізніших строках зберігання.

Експериментально виявлено збільшення строків зберігання в умовах кімнатної температури непастеризованих яблучних соків, які було оброблено гідродинамічно-активованими ПЕО. Для соку з яблук сорту Кальвіль сніжний і Джонатан, строк зберігання після гідродинамічної обробки збільшився (до 11-12 діб) майже в 4 рази у порівнянні з необробленими соками. Для соків із яблук сорту Уелсі й Слава переможцям було одержано дещо менше збільшення строку зберігання (у 3...3,5 рази). Такий результат обумовлений, насамперед тим, що сік із цих сортів яблук зберігається довше (без пастеризації й без обробки), ніж соки з яблук сорту Кальвіль сніжний і Джонатан.

Також були досліджені пастеризовані яблучні соки на наявність патогенної мікрофлори. Результати за мікробіологічними показниками пастеризованих яблучних соках (у разі скорочення часу пастеризації в 1,5 рази) наведені в табл. 3.

**Таблиця 3 – Мікробіологічні показники яблучних соків, оброблених активованим ПЕО після м'якої пастеризації**

Зразок соку	Показник		
	МАФАМ*, КУО в см <sup>3</sup>	БГКП**, КУО в см <sup>3</sup>	Патогенні мікроорганізми
Кальвіль сніжний	25	не виявлено	не виявлено
Джонатан	25	не виявлено	не виявлено
Уелсі	35	не виявлено	не виявлено
Слава переможцям	40	не виявлено	не виявлено
*МАФАМ – кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів; **БГКП – кількість бактерій групи кишковий палички.			

Дані таблиці 3 свідчать про те, що пастеризацію яблучних соків, оброблених гідродинамічно-активованими флокулянтами, можна проводити в більш м'яких умовах (принаймні, у разі скорочення часу пастеризації в ~1,5 рази) і тим самим одержувати сік із більшою біологічною цінністю, ніж після стандартної пастеризації.

Результати дегустаційної оцінки свідчать, що очищений і освітлений свіжевиготовлений яблучний сік із використанням активованого ПЕО одержав схвальні відгуки й позитивні оцінки. З погляду формування повноти смаку яблучного соку, який освітлено, активований флокулянт не спричиняє негативного впливу на його показники, що дозволяє одержувати готовий продукт із підвищеною безпекою.



## **Висновки.**

1. Проведені дослідження з визначення вмісту важких металів у яблучних соках, які було виготовлено з яблук екологічно благополучних регіонів України й з яблук вирощених у найбільш забруднених районів Донецької області, підтвердили високу ефективність використання активованих гідродинамічним полем ПЕО, Штокополь і Praestol для очищення яблучних соків від важких металів.

2. Встановлено, що використання гідродинамічно-активованих флокулянтів підвищує також ступінь безпеки яблучного соку і за санітарно-бактеріологічними показниками, що вказує на значне зниження кількісних параметрів мікрофлори в соку й стабільній стійкості цього показника протягом стандартних строків зберігання.

### *Список літератури*

1. Осипова Л. А. Фруктовые напитки / Л. А. Осипова, Л. В. Капрельянц, О. Г. Бурдо. – Одесса : Друк, 2007. – 288 с.

2. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. – СПб : Профессия, 2004. – 640 с.

3. Пекун І. В. Товарознавча оцінка яблучного соку, освітленого гідродинамічно-активованими флокулянтами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / І. В. Перкун. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2012. – 20 с.

4. Куренков В. Ф. Применение полиакриламидных флокулянтов для водоочистки / В. Ф. Куренков // Химия и компьютерное моделирование. Бутировские сообщения. – 2002. – № 11. – С. 31–42.

5. Баран А. А. Флокулянты в биотехнологии / А. А. Баран, А. Я. Тесленко. – Л. : Химия, 1990. – 144 с.

6. Натура Е. П. Ускоренное осветление и стабилизация прозрачности вин различными флокулянтами : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Натура Е. П. – К., 1967. – 185 с.

7. Водорастворимые полимеры в очистке воды от тяжелых металлов / В. Г. Погребняк [и др.] // Проблемы экологии. – Донецк : ДонГТУ, 1999. – № 2. – С. 23–27.

8. Кузнецов А. Е. Научные основы экобиотехнологии : учеб. пособие для студентов / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. – М. : Мир, 2006. – 504 с.

9. Ельшевич Г. К. Термодинамика ориентации растворов и расплавов полимеров / Г. К. Ельшевич, С. Я. Френкель // Ориентационные явления в растворах полимеров / под ред. А. Я. Малкина, С. П. Папкина. – М. : Химия, 1980. – С. 9–90.

10. Погребняк В. Г. Нове в освітленні фруктових соків полімерними флокулянтами / В. Г. Погребняк, І. В. Перкун // Товарознавство та інновації. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2009. – Вип. 1. – С. 206–219.

11. Погребняк В. Г. Турбулентна течія розчинів флокулянта в яблучному соку / В. Г. Погребняк, І. В. Перкун // Товарознавство та інновації. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – Вип. 3. – С. 127–134.

12. Pogrebnyak V. G. The Structure of the Hydrodynamic Field and Distortions of the Molecular Shape of Flexible Polymers under Free-Converging Flow Conditions / V. G. Pogrebnyak, Yu. F. Ivanyuta, S. Ya. Frenkel // Polymer Science USSR. – 1992. – Vol. 34, № 3. – P. 270–273.

13. К геоэкологии Донбасса / Б. С. Панов [и др.] // Проблемы экологии. – Донецк : ДонГТУ, 1999. – № 1. – С. 17–25.

14. Методы улучшения качества воды питьевого назначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://lib2005.rat-info.ru>>.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.

© В.Г. Погребняк, І.В. Перкун, А.В. Погребняк, 2013.

УДК 366,542 (477)

**А.М. Одарченко**, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

**О.І. Горенюк**, підпр. (*Київ*)

**В.О. Слюсарєв**, канд. юрид. наук (*ХНУВС, Харків*)

## **ПРОБЛЕМИ ЗАКОНОДАВЧО-ПРАВОВОЇ СИСТЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ТОВАРІВ В УКРАЇНІ**

*Проаналізовано сучасні законодавчо-правові основи безпеки та якості товарів в Україні, надано стислу характеристику ключових нормативно-правових актів у цій сфері, висвітлено їх недоліки та окреслено шляхи можливого вдосконалення.*

*Проанализированы современные законодательно-правовые основы безопасности и качества товаров в Украине, предоставлена краткая характеристика ключевых нормативно-правовых актов в этой сфере, освещены их недостатки и намечены пути возможного усовершенствования.*

*Analysis of current legislative and legal basis for safety and quality of goods in Ukraine, provided brief description of key regulations in this area, highlighted their shortcomings and ways of possible improvement.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Стрімкий розвиток технологій та глобалізація міжнародної торгівлі спонукають виробників харчових продуктів до постійного пошуку шляхів удосконалення безпеки та якості товарів. За останні роки розвинені країни зробили значні кроки на шляху вдосконалення власних систем державного регулювання безпеки харчових продуктів, адже