

крохмалю в порівнянні з контрольним зразком збільшилась на 21 %, а смак та аромат стали більш вираженими та яскравими.

Вологість напівфабрикату з гливи звичайної становить 11,63 %.

На основі отриманого матеріалу було розроблено технологічну схему виробництва порошкоподібного напівфабрикату з грибів глива звичайна з додаванням крохмалю кукурудзяного.

### Висновки

Розроблений грибний порошок має покращені органолептичні властивості, більший показник відновної здатності та може застосовуватись як приправа для супів, соусів та інших страв із м'яса та овочів на підприємствах харчової промисловості, закладах ресторанного та готельного господарств.

**Перспективами подальших досліджень у даному напрямі** є отримання охоронних документів на розроблений спосіб, у т.ч. патентів, складання нормативної документації та впровадження отриманих результатів у виробничі процеси підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства.

### Список літератури

1. Гарибова Л.В. В царстве грибов / Л.В. Гарибова. – М.: Мир увлечений, 1998. – 221 с.
2. Товароведение и экспертиза потребительских товаров: учебник / Под ред. В.В. Шевченко. – М.: ИНФРА-М, 2006.
3. Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови: ДСТУ 3976-2000. – [Введ. 01.01.2001]. – К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 2001. – 36 с.
4. Анохіна В.І. Довідник по переробці овочів / В.І. Анохіна, Т.Л. Сердюк. – 3-тє вид., доп. і перероб. – К.: Урожай, 1987 – С. 124.

УДК 663.813

Погребняк В.Г., д-р техн. наук, проф.,

Перкун І.В., Погребняк А.В., кандидати техн. наук (ДонНУЕТ, Донецьк)

### ФОРМУВАННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОКУ ЯБЛУЧНОГО ПІД ЧАС ОСВІТЛЕННЯ ПОЛІМЕРНИМИ ФЛОКУЛЯНТАМИ

*На основі проведених досліджень запропоновано новий спосіб обробки яблучного соку, який полягає у використанні безпечних полімерних флокулянтів, здатних збільшувати швидкість і ступінь освітлення яблучного соку в умовах його турбулентної течії. Розроблено способи поліпшення споживних властивостей яблучного соку в процесі освітлення.*

**Ключові слова:** яблучний сік, флокуляція, споживні властивості.

**Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Проведений аналіз науково-технічної й патентної літератури дозволив констатувати, що всі методи, які на практиці використовують-

ся для освітлення яблучного соку, мають свої переваги – ефективне видалення колоїдних сполук яблучного соку, відносно невеликі витрати реагенту й недоліки – обмеженість використання, висока вартість, відсутність налагодженого виробництва в Україні. Такий стан речей є передумовою для пошуків більш ефективних речовин для освітлення, які технологічно й економічно задовольняли б вимоги виробництва щодо підвищення прозорості й стабільності яблучного соку. Такими речовинами можуть бути полімерні флокулянти, що знайшли широке використання для очищення, наприклад, питної води [1], розчинів лікарських препаратів і концентрування клітинних суспензій у біотехнології [2], для обробки виноматеріалів і вин [3].

Вітчизняна та зарубіжна наукова і патентна інформація свідчить, що сучасне уявлення про формування споживних властивостей плодкових соків під час освітлення далекі від досконалості. Це зумовлює нерозуміння досліджуваних явищ, особливо під час освітлення соків за допомогою флокуляції і часто породжує багато непорозумінь і помилок в інтерпретації експериментальних результатів.

Вищезазначене зумовлює актуальність нашої роботи і дозволяє сформулювати таку **мету дослідження**: на основі експериментальних досліджень розробити способи поліпшення споживних властивостей яблучного соку в процесі флокуляційного освітлення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основними характеристиками флокулянтів, які істотно впливають на інтенсивність флокуляції, є їхня молекулярна маса, гнучкість полімерного ланцюга, якість розчинника і їхня концентрація в розчині. Як правило, зі збільшенням молекулярної маси флокулянта їхня флокулююча дія підвищується, що дозволяє знизити його оптимальну концентрацію в рідині, яку освітлюють. Це обумовлено можливістю більших макромолекул зв'язувати більшу кількість часток у флокули за допомогою полімерних містків між частками. Усе це свідчить про те, що флокулююча дія макромолекул однієї й тієї ж молекулярної маси визначається величиною поверхні макромолекулярного клубка, тобто його конформацією, що визначається гнучкістю ланцюга. Гнучкість ланцюга можна змінювати температурою, розчинником, а також впливом на систему гідродинамічного поля.

Теоретично доведено, що дворазове підвищення розмірів молекул флокулянта за рахунок їхнього розгортання під дією гідродинамічного поля має зумовлювати підсилення інтенсивності флокуляції в дисперсній системі більш ніж на порядок [4]. Тому ефективність освітлення яблучних соків повинна збільшуватися під дією гідродинамічного поля на макромолекули флокулянта і тим самим поліпшувати споживні властивості і флокулянта, і яблучних соків.

У роботі [5] з використанням експериментального доказу нами було встановлено механізм підвищення флокулюючої здатності молекул полімерних флокулянтів в умовах турбулентної течії яблучного соку. Природа цього механізму полягає в сильній деформуєчій дії турбулентності за рахунок виникнення автоколивального режиму зворотних процесів розгортання макромолекул флокулянта під дією квазірегулярно виникаючих поздовжніх градієнтів швидкості, яка спричиняє підвищення їхньої флокулюючої ефективності за рахунок збільшення розмірів молекулярних клубків флокулянта.

Установлений нами механізм гідродинамічного управління флокулюючою здатністю флокулянта і його розуміння дозволило розробити три способи і чотири пристрої [6] для поліпшення споживних властивостей флокулянта і яблучних соків під час освітлення. Для подальших досліджень було обрано найбільш простий, але достатньо ефективний флокулятор з активацією флокулянтів за допомогою турбулентності.

Сировиною для отримання яблучного соку були яблука сорту Джонатан. Для освітлення яблучного соку використані флокулянти (ПЕО – «WSR», США; Praestol – ЗАТ «Москва-Штокхаузен-Перм», Росія; Штокополь – «Штокхаузен», Німеччина) і бентоніт компанії «Bento Group Minerals», Росія).

Для того, щоб мати ясне уявлення про можливість освітлення яблучного соку активованими флокулянтами, нами були визначені фізико-хімічні показники якості соку й вітамінного вмісту. Активацію гідродинамічним полем флокулянтів здійснювали в трубчастому флокуляторі з активацією за допомогою турбулентності системи «флокулянт-яблучний сік» [6]. Зміну сенсорних властивостей оцінювали за допомогою методу багатократних порівнянь. Також були використані й оригінальні методи та устаткування, які було нами розроблені.

У межах загальної методики дослідження, яка полягала в комплексному підході щодо використання флокулянтів у різних галузях народного господарства для освітлення колоїдних систем, прозорість яблучного соку оцінювали за оптичною густиною за допомогою фотокolorиметричного методу на КФК-3 за  $\lambda_{\text{макс}} = 540$  нм. Вплив гідродинамічного поля на флокулюючу здатність молекул флокулянта визначали як

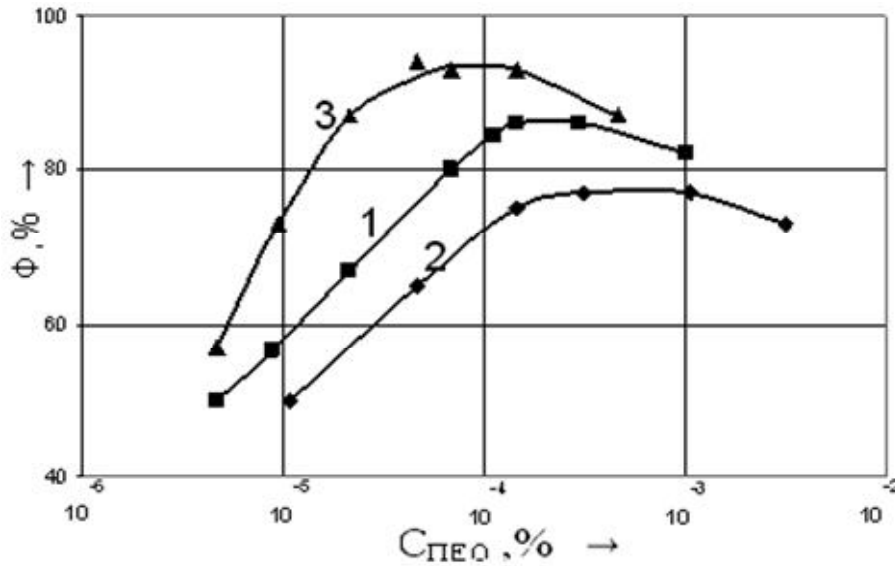
$$\Phi = \left( \frac{n_{c0} - n_{c\dot{\varepsilon}}}{n_{c0}} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $n_{c0}$  і  $n_{c\dot{\varepsilon}}$  – оптична густина яблучного соку з флокулянтом без дії гідродинамічного поля і після гідродинамічної активації відповідно ( $n_{c0} \equiv n_{c\dot{\varepsilon}}$  за  $\dot{\varepsilon} \rightarrow 0$ ), а флокулюючий ефект  $\Phi$  за  $\dot{\varepsilon}, \text{Re} = \text{const}$  визначали за формулою (1) зі зміною  $n_{c0}$  на  $n_{o\dot{\varepsilon}}$  – оптичну густина яблучного соку без флокулянта.

Доказовою базою інтенсифікації процесу освітлення яблучного соку з використанням ПЕО, ГПАА (Praestol, Штокополь) послуговували дані, які наведено в таблиці 1 та на рисунку 1.

Таблиця 1 – Значення оптимальних концентрацій ПЕО і ГПАА без гідродинамічної обробки системи «флокулянт-яблучний сік» та з гідродинамічною обробкою

$M_{\text{ПЕО}}$	$C^{on}, \text{мг/л}$					
	без ГП	з ГП	$M_{\text{ГПАА}}$	ступінь гідролізу, %	без ГП	з ГП
$6 \cdot 10^6$	10	4,5	$10^7$	14	0,5	0,35
$4 \cdot 10^6$	15	6,5				
$3 \cdot 10^6$	20	10	$4,5 \cdot 10^6$	5	1	0,75



$M_{ПЕО}$ : 1 і 3 –  $6 \cdot 10^6$ , 2 –  $3 \cdot 10^6$ ; 1 і 2 –  $Re < 2000$ ; 3 –  $Re = 6000$

Рисунок 1 – Залежність ефективності флокулюючої дії ПЕО від його концентрації в яблучному соку для різних режимів турбулентного впливу

Дані, які наведено в таблиці 2 показують, що основну частину сухих речовин у дослідженому соку становлять вуглеводи, такі як цукор, крохмаль і пектинові речовини.

Таблиця 2 – Фізико-хімічний склад яблучного соку, який освітлено активованим ПЕО

Вміст розчинних сухих речовин, %	Вуглеводи			Цукрово-кислотний індекс	Залізо, мг/100 г
	цукор, %	крохмаль, %	пектинові речовини, %		
9,99	9,33	0,14	0,61	17,01	4,65

Порівняльний аналіз вітамінного складу соків, які освітлено активованими флокулянтами ПЕО мол. маси  $3 \cdot 10^6$  і гідролізованим поліакриламідом (ГПАА) мол. маси  $4,5 \cdot 10^6$  зі ступенем гідролізу 5 % за варіації їхньої концентрації у соку, показує, що вміст вітамінів В<sub>1</sub> і РР практично не змінюється зі зміною концентрації ПЕО (див. таблицю 3). Видно незначне зниження вмісту вітаміну С в соку зі збільшенням концентрації ПЕО та спостерігається трохи більше зниження вмісту вітаміну С за використання для освітлення ГПАА.

Проведена оцінка безпечності яблучних соків за мікробіологічними показниками засвідчує стійку тенденцію зменшення кількості мікроорганізмів у соках, оброблених за допомогою активованих флокулянтів. Кількість мікроорганізмів зменшилась в 2-2,27 разу (грибів) та 2,6-2,8 разу (бактерій), що зумовило появу опалесценції і неприємного запаху в очищених яблучних соках (без пастеризації) за умови більш пізніх термінів зберігання, які сягали 10-12 діб [7].

Таблиця 3 – Склад вітамінів у соку, який освітлено активованими ПЕО й ГПАА

Концентрація флокулянта, мг/л	Вміст вітамінів, мг/100 г		
	С	В <sub>1</sub>	РР
$C_{ПЕО} = 0$ (контроль)	8,56	0,021	0,25
$C_{ПЕО} = 2$	9,10	0,020	0,25
$C_{ПЕО} = 8$	9,00	0,021	0,24
$C_{ГПАА} = 1$	8,81	0,018	0,22

Оцінка яблучних соків, оброблених з використанням активованих ПЕО і Praestol за токсикологічними показниками, також свідчить [8] про відповідність таких соків вимогам стандарту.

Залишкова концентрація флокулянта в яблучному соку після його освітлення, незважаючи на дуже малі її значення (менш ніж 0,2 мг/л для оптимального режиму флокуляції), має важливе значення і вимагає постійного контролю. На підставі одержаних даних, які характеризують залишкову концентрацію ПЕО (таблиця 4) в яблучному соку, обробленому за допомогою ПЕО з гідродинамічною активацією турбулентністю, можна зробити висновок, що гідродинамічна активація флокулянта знижує залишкову його концентрацію більш ніж у 1,5-2 рази.

Таблиця 4 – Залишкова концентрація ПЕО в яблучному соку після його освітлення

$C_{ПЕО}$ , мг/л	Re	$C_{залиш. ПЕО}$ , мг/л
2,00	0	0,25
	7000	0,11
	20000	0,18
8,00	0	0,70
	7000	0,21
	20000	0,60
15,00	0	1,55
	20000	1,10

Проведені нами дослідження засвідчують, що яблучні соки, освітлені й очищені від важких металів та мікроорганізмів за допомогою гідродинамічно-активованих флокулянтів, за показниками фізико-хімічного і вітамінного складу, залишкової концентрації флокулянта, безпечності відрізнялися стабільним фізико-хімічним складом, а також високими сенсорними показниками і поліпшеними споживними властивостями. Більше того, залишки ПЕО, яким було оброблено яблучний сік, не спричиняють небезпеку для організму людини.

Таким чином, спосіб освітлення соків за допомогою активованих флокулянтів є одним із перспективних напрямків формування товарознавчих властивостей яблучного соку.

### Висновки

Показано, що за допомогою впливу турбулентності можна активувати полімерний флокулянт, що зумовлює підвищення споживних властивостей яблучного соку під час освітлення.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є оптимізація співвідношення між молекулярною масою, концентрацією, режимами гідродинамічного впливу та способами введення полімерного флокулянта до яблучних соків з метою формування поліпшених товарознавчих властивостей яблучного соку, за умови мінімальних витрат флокулянта і значного зменшення залишкової його концентрації у фруктовому соку після його освітлення.

### Список літератури

1. Вейцер Ю.И. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды / Ю.И. Вейцер, Д.М. Минц – М.: Стройиздат, 1975. – 191 с.
2. Баран А.А. Флокулянты в биотехнологии / А.А. Баран, А.Я. Тесленко. – Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1990. – 144 с.
3. Натура Е.П. Ускоренное осветление и стабилизация прозрачности вин различными флокулянтами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Е.П. Натура. – К., 1967. – 185 с.
4. Перкун И.В. Повышение флокулирующей способности макромолекул под действием гидродинамического поля / И.В. Перкун, А.В. Погребняк // Экологическая технология создания водозащитных экранов. Раздел 6.3. – Донецк: НОУЛИДЖ, 2010. – С. 396-423.
5. Перкун І.В. Турбулентна течія розчинів флокулянта в яблучному соку / І.В. Перкун // Товарознавство та інновації. – 2011. – Вип. 3. – С. 127-134.
6. Перкун І.В. Товарознавча оцінка яблучного соку, освітленого гідродинамічно-активованими флокулянтами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / І.В. Перкун. – Донецьк, 2012. – 20 с.
7. Погребняк В.Г. Оценка безопасности яблочного сока, обработанного активированными флокулянтами по микробиологическим показателям / В.Г. Погребняк, И.В. Перкун // Продукты @ ингредиенты. – 2012. – № 8. – С. 42-45.
8. Погребняк В.Г. Повышение безопасности яблочного сока с использованием активированных флокулянтов для его очистки от тяжелых металлов / В.Г. Погребняк, И.В. Перкун // Продукты @ ингредиенты. – 2012. – № 6. – С. 30-32.

УДК 620.172.251.88 (088.8)

Товт В.М., д-р техн. наук, проф.,

Омельченко Н.В., канд. техн. наук, доц. (ВНЗ Укоопспілки ПУЕТ, Полтава),

Ліпатов С.Ю., канд. техн. наук, доц. (КНУТД, Київ)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СКЛАДНОГО ТЕПЛООБМІНУ У ФОКУСУЮЧИХ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПРИСТРОЯХ

*Обґрунтовано необхідність створення випромінювачів складної форми, які б забезпечили рівномірне розподілення густини енергії по всій поверхні ви-*