

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЧАЙНИХ НАПОЇВ

Коваленко О.О., д-р техн. наук, доцент, Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор,  
Ветров Д.І., аспірант, Постол Н., магістр  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*У статті представлені результати досліджень впливу технологічних параметрів і умов проведення процесу сорбційного очищення води активованим вугіллям на фізико-хімічні та органолептичні показники води та чайних напоїв, виготовлених на її основі.*

*In the article are presented results of research influence of work's technological parameters of the stage of sorption water treatment by an absorbent carbon on physical-chemical and sensual indexes of water and tea drinks, prepared on it's base.*

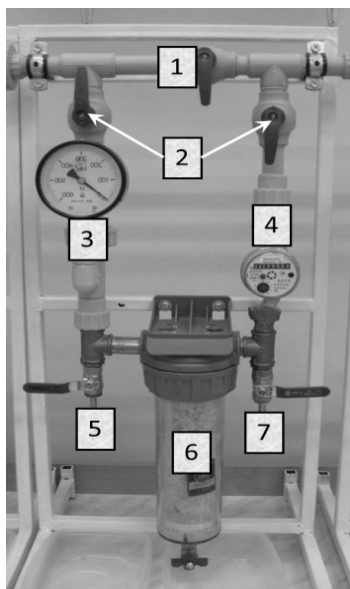
Ключові слова: напої, водопідготовка, сорбційне очищення, показники якості води і напоїв.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** У виробництві напоїв важливим технологічним етапом є процес водопідготовки, оскільки вода становить значну частину готового продукту. Речовини, що містяться у воді, при певних умовах взаємодіють з інгредієнтами напою, повністю або частково нейтралізуючи їх, сприяючи змінам фізико-хімічних та органолептичних показників, випадінню осаду чи помутнінню напоїв, погіршенню стійкості тощо [1]. Слід зазначити, що характер таких змін встановлений для безалкогольних напоїв, виготовлених із використанням фруктов-ягідної сировини та призначених для тривалого зберігання. Тому існують нормативні документи, які регламентують вимоги до якості води, що використовується у виробництві зазначених напоїв. А ось даних щодо впливу якості води на якість напоїв на основі чайної сировини не встановлено. Хоча ці напої, як свіжовиготовлені так і тривалого зберігання, користуються зростаючим попитом у населення і відносяться до групи функціональних напоїв, завдяки чому широко використовуються в закладах громадського та лікувально-профілактичного харчування. Тому дослідження, спрямовані на вдосконалення технологій водопідготовки у виробництві функціональних напоїв на основі чайної сировини є актуальними.

На підприємствах, де виготовляють напої, найчастіше використовується вода з мережі централізованого водопостачання або артезіанських свердловин. Наші попередні дослідження [2-5], виконані на зразках водопровідної води м. Одеси, показали що найкращі органолептичні показники якості мають зразки чайних напоїв, виготовлені на воді, яка перед використанням піддавалася послідовній обробці на механічних фільтрах та сорбційному очищенню активованим вугіллям (АВ). А от застосування в схемі водопідготовки процесів пом'якшення та знесолення води, особливо шляхом зворотного осмосу, негативно відображається на смаку і ароматі напоїв [6-7]. Для формування рекомендацій щодо раціональних технологічних параметрів і умов здійснення визначених для технології водопідготовки процесів необхідно детально дослідити вплив різних факторів цих процесів на показники якості напоїв.

**Формування мети статті (постановка завдань).** Ефективність процесу сорбційного очищення води визначається хімічним складом вихідної води, характеристиками АВ, взятого для використання, та технологічними параметрами процесу. У результаті очищення води на активованому вугіллі змінюється не лише її хімічний склад, а й покращуються органолептичні показники. Це, в свою чергу, впливає і на показники якості напою, виготовленого з використанням такої води. Оскільки хімічний склад води залежить від джерела водозабору, пори року, технології попередньої водопідготовки, а вимоги до якості функціональних напоїв визначаються наявністю в них тих чи інших цінних компонентів, то й умови обробки води на активованому вугіллі слід визначати в кожному випадку окремо. Тому метою досліджень, результати яких представлені в даній статті, було визначення впливу умов проведення сорбційного процесу очищення води (м. Одеса, з мережі централізованого водопостачання, весняний період) на якість свіжовиготовлених функціональних чайних напоїв: дослідження впливу різних видів АВ, температури води, а також витрат і тиску води на вході в систему очищення на зміну показників якості вихідної води (вміст вільного залишкового хлору і вміст органічних сполук, визначений через перманганатну окиснюваність) та показників якості функціональних напоїв (масову частку розчинних речовин, титровану кислотність, масову концентрацію цукрів, вміст вітаміну С та дубильних речовин, органолептичні показники).

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Для визначення впливу технологічних режимів і умов процесу сорбційного очищення води на якість води та якість функціональних напоїв використовували експериментальну установку, що складається з ємності для вихідної води, насосної станції, двох механічних фільтрів, напірного фільтру із стаціонарним шаром вугілля, ємностей для збору очищеної води, вимірювальних та регулювальних приладів. На рисунку 1 наведено зовнішній вигляд модуля експериментальної установки, в якому здійснювали сорбційне очищення води. Цифрам на рисунку 1 відповідають такі елементи стану:



**Рис. 1 – Модуль сорбційно-го очищення води**

такі елементи стану: 1 – обвідний кран; 2 – крани для включення/виключення фільтра; 3 – манометр; 4 – лічильник витрати води; 5 – кран для відбору проби води до фільтра; 6 – ємність для змінних картриджів з фільтруючим матеріалом; 7 – кран для відбору проби води після фільтра. Видалення механічних домішок із вихідної води здійснювали послідовно на механічному фільтрі тонкого очищення (тип Honeywell Braukmann FF06) з розміром нижніх/верхніх пор 95/100 мкм та механічному фільтрі з поліпропіленового волокна з розміром пор 20 мкм. В якості адсорбенту використовували зразки гранульованого та пресованого АВ, які застосовуються на практиці для очищення питної води. Особливістю пресованого АВ є більш розвинена система пор з питомою поверхнею мікропор до 1500 м<sup>2</sup>/г та висока механічна міцність. А використання пресованого АВ з включенням іонів срібла, перешкоджає розвитку мікрофлори у фільтрувальному матеріалі. Порошкове АВ не використовували, оскільки згідно з літературними даними, при його застосуванні можливе потрапляння в очищену воду вугільного пилу, який у прозорих готових напоях є причиною утворення небажаного осаду. Крім того, здійснення процесу сорбції на такому виді АВ вважається менш ефективним через утворення каналів, по яких вода минає більшу частину сорбенту, а також через складність реактивації вугілля [7]. Характеристику зразків АВ, використаних в експериментальних дослідженнях у даній роботі, наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1 – Характеристики зразків АВ, використаних у дослідженнях**

Марка	Серія	Вид матеріалу	Пористість, мкм
Aquafilter	FCCBL	Пресоване спечене	3
Pentek	GAC	Гранульоване	20
Гейзер	CBC	пресоване, із шкаралупи кокоса, з іонами срібла	0,6 мкм

В експериментальних дослідженнях отримання зразків очищеної води різної якості здійснювали при певній сукупності технологічних параметрів, які в свою чергу змінювали в таких межах: температуру вихідної води ( $t$ , °C) – від 5 до 40°C; витрати води ( $Q$ , л/хв) – від 1,5 до 7,5 л/хв; тиск води на вході в систему очищення ( $p$ , кПа) – від 10 до 50 кПа.

В якості функціонального напою використовували напій на основі листя зеленого чаю та соку лимона. Вибір саме такої сировини пов'язаний з тим, що напої на її основі дуже популярні серед населення завдяки своїм унікальним властивостям. Адже відомо, що основні складові зеленого чаю – катехіни, які належать до групи дубильних речовин, мають антивірусні та імунізаційні властивості. А лимонний сік містить багато калію, глюкози, фруктози, які в поєднанні з вітаміном С сприяють зміцненню стінок дрібних кровоносних судин і підвищенню їхньої еластичності.

Приготування функціонального напою здійснювали за такою технологією: зразок підготовленої води об'ємом 1 л нагрівали до температури 80°C і додавали до суміші з 6 г зеленого листового чаю та 50 г цукру. Протягом наступних трьох хвилин напій охолоджували до 50°. Охолоджений напій фільтрували і у фільтрат додавали 15 г лимонної цедри та 15 мл лимонного соку.

Показники якості вихідної та очищеної води, а також напоїв аналізувалися за методиками, наведеними в чинних нормативних документах. Для порівняння результатів досліджень також виготовляли та аналізували контрольний зразок напою. Для цього використовували воду з мережі централізованого водопостачання, яку перед використанням для приготування напою попередньо не очищували на механічних фільтрах та активованому вугіллі.

Результати експериментальних досліджень представлені у вигляді діаграм. Деякі з результатів наведено на рисунках 2 – 4. Позначення режимів обробки вихідної води на рисунках 2 – 4 відповідають певним сукупностям технологічних параметрів, які представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Технологічні режими сорбційного очищення води

Режим	Тип АВ	$t$ , °C	$Q$ , л/хв	$p$ , кПа	№	Режим	Тип АВ	$t$ , °C	$Q$ , л/хв	$p$ , кПа
C5-1,5	FCCBL	5	1,5	10	10	G21-1,5	GAC 10	21	1,5	10
C5-3		5	3	20	11	G21-3		21	3	20
C5-7,5		5	7,5	50	12	G21-7,5		21	7,5	50
G5-1,5	GAC 10	5	1,5	10	13	C40-1,5	FCCBL	40	1,5	10
G5-3		5	3	20	14	C40-3		40	3	20
G5-7,5		5	7,5	50	15	C40-7,5		40	7,5	50
C21-1,5	FCCBL	21	1,5	10	16	G40-1,5	GAC 10	40	1,5	10
C21-3		21	3	20	17	G40-3		40	3	20
C21-7,5		21	7,5	50	18	G40-7,5		40	7,5	50

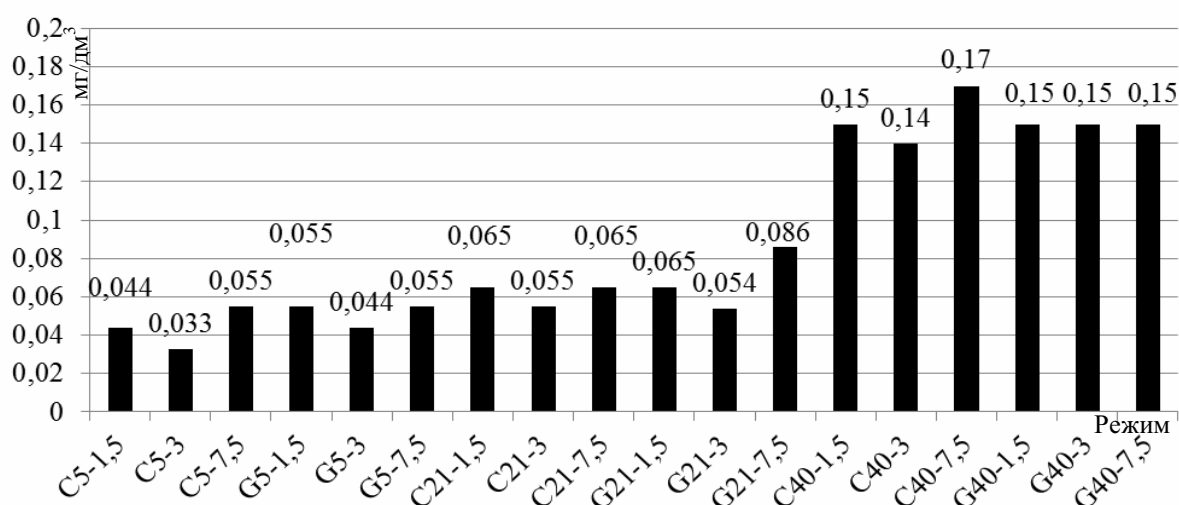


Рис. 2 – Вміст вільного залишкового хлору в зразках води, очищеної на активованому вугіллі при різних технологічних режимах, мг/дм³ (у контрольному зразку води вміст вільного залишкового хлору – 0,4 мг/дм³)

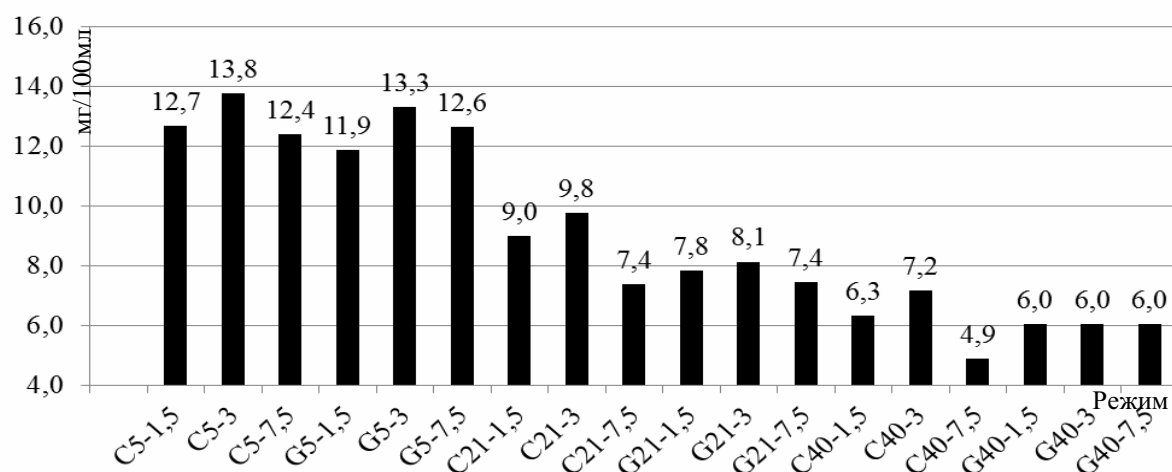
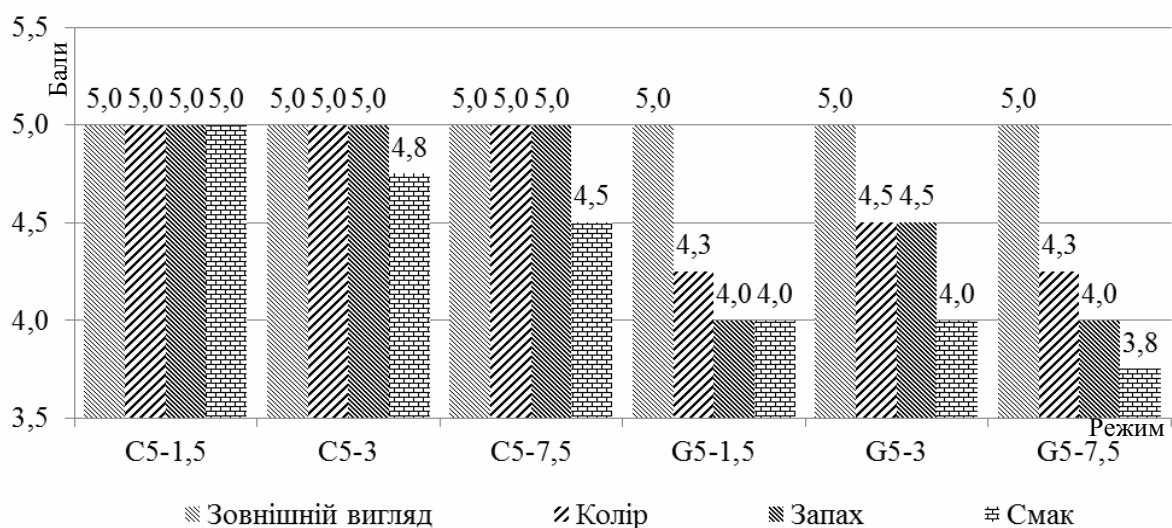
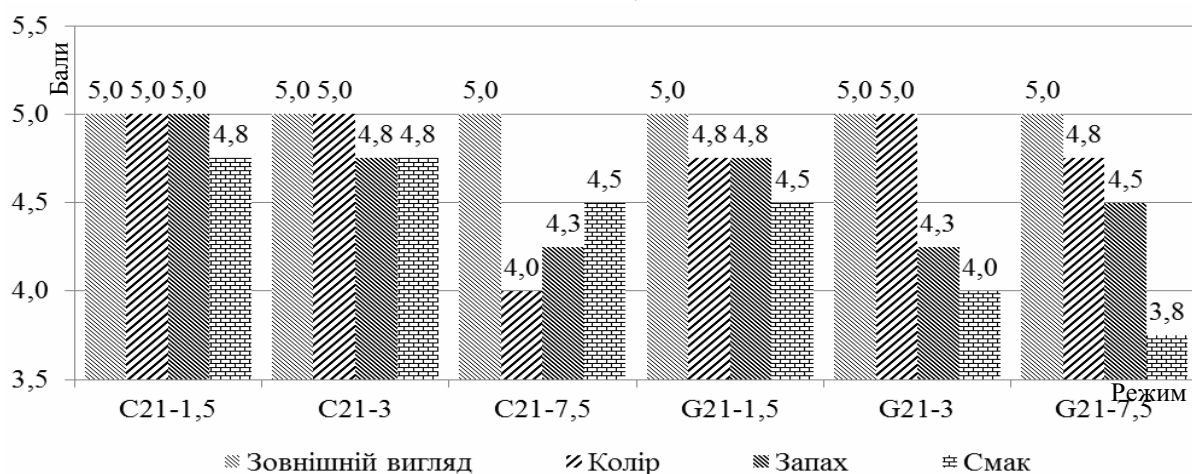


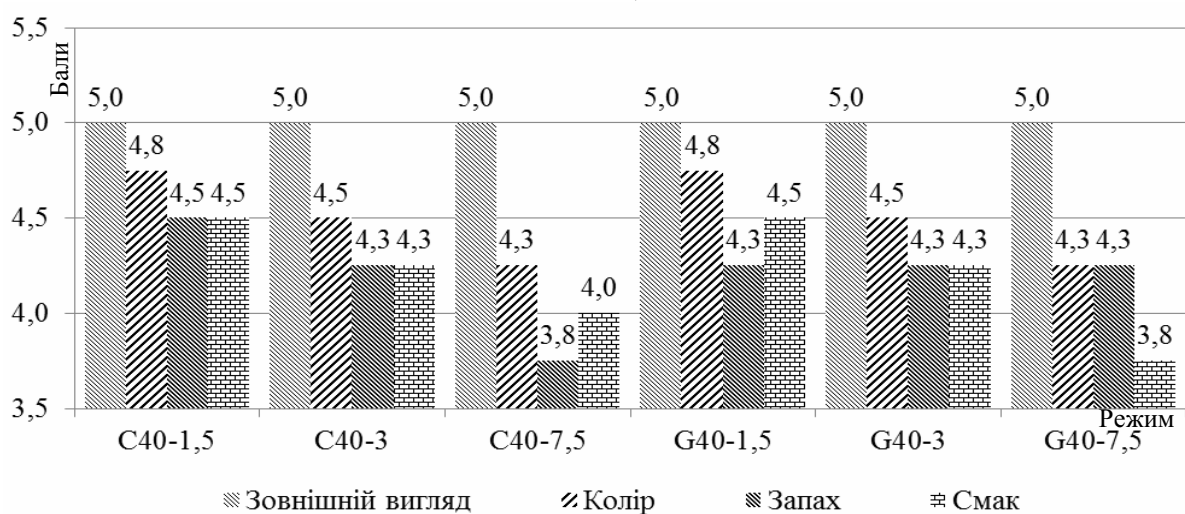
Рис. 3 – Вміст вітаміну С у напоях, виготовлених на воді, сорбційно очищеній при різних технологічних режимах, мг/100мл (у контрольному зразку напою вміст вітаміну С – 6,4 мг/100мл)



а)



б)



в)

Рис. 4 – Результати органолептичної оцінки напоїв, виготовлених на воді, очищеній на АВ при різних технологічних режимах  
а)  $t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; б)  $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; в)  $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Аналіз отриманих результатів дозволив виявити такі закономірності:

— вміст вільного залишкового хлору в зразках води, очищених на активованому вугіллі, зменшується з зниженням температури вихідної води (при незмінних витратах і тиску води). Так, у зразках води, очищених при температурі 5 °С, вміст вільного залишкового хлору в (3...3,5) рази є нижчим, ніж у зразках, очищених при температурі 40 °С (рис. 2). Пояснюється це послабленням сил міжмолекулярної взаємодії з підвищенням температури. На вміст вільного залишкового хлору в зразках води також впливають витрати води. Так, за постійної температури вміст зазначеного компонента в зразках очищеної води є тим більший, чим більші витрати води. Такі залежності характерні для обох видів АВ і не суперечать закономірностям адсорбційних процесів, наведених в літературних даних. Щодо впливу виду АВ на якість води, тут слід зазначити, що суттєвої різниці в значеннях вмісту досліджуваного компоненту в зразках води, обробленої при аналогічних режимах, але на різних типах вугілля, на даному етапі досліджень не виявлено;

— вплив температури і витрат води на зміну вмісту у воді органічних речовин у процесі очищення її на АВ є менш суттєвим, ніж у випадку із вільним залишковим хлором. Можливо, це пов'язано з більш відчутною зміною розчинності газів у розчинах при зміні їхньої температури (зменшення розчинності газу при підвищенні температури розчину). Не виявлено також чіткого впливу використаних типів АВ на ефективність вилучення з води органічних сполук;

— вид вугілля та технологічні параметри проведення процесу сорбційного очищення води практично не впливають на значення таких показників якості свіжовиготовлених напоїв, як масова частка розчинних речовин, масова концентрація цукрів та титрована кислотність;

— вміст вітаміну С та дубильних речовин в свіжо виготовлених чайних напоях залежить від технологічних режимів очищення води на АВ. Більш вираженим є їх вплив на вміст вітаміну С. Так, напої, виготовлені з використанням води, очищеної при більш високій температурі і більших витратах, характеризуються меншим вмістом вітаміну С (рис. 3). Слід зазначити, що вміст цього компонента в напої чітко корелює із вмістом залишкового хлору у воді, використаній для його приготування. Чим більше у воді вільного залишкового хлору, тим менше вітаміну С у напої. Тобто залишковий хлор, який потрапляє у напій із водою, спричиняє окиснення аскорбінової кислоти, і тим самим погіршує функціональні властивості готового продукту. Щодо впливу виду АВ, то можна відзначити, що серед зразків АВ, використаних у дослідженнях, кращі результати із збереження вмісту вітаміну С в напоях отримані на зразках № 1 та 2 (табл. 2). У напоях, де використовувалась вода, очищена на зразку АВ №3, вміст цього компонента був найменшим;

— органолептичний аналіз зразків напоїв показав, що технологічні режими і тип вугілля зовсім не впливають на зовнішній вигляд напоїв та не суттєво впливають на їхній колір. Більш вираженим є вплив умов сорбційного очищення води на їхній запах і смак (рис. 4). При цьому кращі результати отримані для напоїв, які очищували на АВ видів №1 та 2 (табл. 2) при температурах плюс 5 та 21 °С. Гіршими були смак і запах у напоях, де використовувалась вода, яка пройшла обробку на АВ №3 (табл. 2). Та найгіршими виявилися всі органолептичні показники у напоях, що були виготовлені з використанням води, яка взагалі не доочищувалась перед використанням. Контрольний зразок напою отримав 5 балів за зовнішній вигляд, 4 – за колір, 2,5 – за запах та 3,3 – за смак.

**Висновки за результатами досліджень та перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Узагальнюючи результати виконаних досліджень, можна відзначити, що технологічні режими обробки води на активованому вугіллі чинять вплив на показники якості функціональних напоїв. Однак на даному етапі досліджень сформулювати рекомендації щодо найбільш раціональних умов такої обробки ще не можна, оскільки в ряді дослідів отримані суперечливі результати. Вважаємо, що це пов'язане зі впливом на процес обробки води не врахованих факторів (наприклад, змінний хімічний склад вихідної води протягом періоду виконання досліджень; наявність у воді значної кількості компонентів, які також чинять вплив на показники якості напоїв та інше). Тому для вирішення зазначеної проблеми надалі планується виконати ряд уточнювальних досліджень із використанням модельних зразків вихідної води, які будуть характеризуватися стабільністю хімічного складу та вмістом лише декількох компонентів.

#### Література

1. Шуманн Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы [Текст] ; перевод с нем. вид. Профессия; – С.Пб.: Профессия, 2004. – 280 с. – ISBN: 5-93913-063-1.
2. Ветров, Д.И. Экспериментальные исследования влияния технологии водоподготовки на качество безалкогольных напитков [Текст]/ Д.И. Ветров, О.С.Набатова, Т.Э.Тараненко, А.С.Чайникова// 36. наук. праць молодих учених, аспір. та студ., том 1 – Одеса: ОНАХТ, 2010. – С. 208 - 209.

3. Коваленко, О.О. Вплив технології водопідготовки на якість води та напоїв, виготовлених на її основі [Текст]/О.О.Коваленко, Д.І.Ветров, Л.П.Ремінна, Н.А.Постол//наук.-виробн. журнал «Харчова наука і технологія», №3(12)2010, с.73-76.
4. Коваленко, О.О. Дослідження впливу якості питної води на якість функціональних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Матеріали І міжгалуз. наук.-практ. конф., 14-15 жовт. 2010 р., м. Донецьк; М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського; редкол.: Садеков А.А. (голова оргком.) [та ін.]. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. – С.78.
5. Коваленко, О.О. Вода, яка використовується для приготування напоїв у закладах громадського та лікувально-профілактичного харчування [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Тези доповідей Всеукр. науково-практич. конф «Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі», 18.11.2010; редкол. : О.І.Червенко [та ін.]; – Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 63 – 64
6. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / пер. с нем. под общ. науч. ред. А.Ю. Колесникова., Н.Ф. Берестеня и А.В.Орещенко. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.
7. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования [Текст] / Борис Евгеньевич Рябчиков. – М.: Де Ли принт, 2004. – 301 с. – ISBN -5-94343-066-0.

УДК 536.6 : 542.936

## ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ СТАНУ ВОДИ В ХАРЧОВИХ РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛАХ НА ТЕПЛОТУ ВИПАРОВУВАННЯ

Дмитренко Н.В., Дубовікова Н.С., Снежкін Ю.Ф., д-р техн. наук, професор,  
Михайлик В.А., канд. техн. наук, ст. наук. співр., Декуша Л.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр.,  
Воробйов Л.Й., канд. техн. наук, ст. наук. співр.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

*У статті наведені результати дослідження зміни стану води в паренхімних тканинах яблука, картоплі та часнику в процесі сушіння та впливу цих змін на теплоту випаровування води. Показано, що від початку зневоднення відбувається збільшення питомої теплоти випаровування води, завдяки збільшенню вмісту зв'язаної води у волозі, яка видаляється.*

*The article contains the results of changes of water in the parenchyma tissue of apple, potato and garlic in the process of drying and the impact of these changes on the heat of evaporation of water. Also in this article are shown that from the beginning of dehydration the specific heat of vaporization of water is increased due to increased content of bound water in the moisture that is removed.*

Ключові слова: сушіння, паренхімні тканини, зв'язана вода, теплота випаровування.

Зростання виробництва сухих харчових концентратів та харчових порошків, викликане розвитком харчової промисловості, потребує підвищення якості продукції та ефективності виробництва шляхом удосконалення технології сушіння, що потребує більш глибокого вивчення процесів переносу вологи в об'єктах зневоднення. Оскільки істотне збільшення енергетичних затрат на сушіння звичайно пов'язують з утрудненням видалення вологи з матеріалу, кінетика якого обумовлена рухливістю молекул води та енергією їх взаємодії з іншими молекулами, метою нашої роботи було дослідити зміни у стані води паренхімних тканин яблука, картоплі та часнику в процесі сушіння та вплив цих змін на питому теплоту випаровування води з них.

Відомо, що в паренхімних тканинах плодів залежно від виду, умов вегетації та зберігання знаходиться від 20 до 95 % води, одна частина якої виступає в ролі розчинника, утворюючи сік, інша – утримується полімерами м'якоті. Прийнято вважати, що в біологічних об'єктах, у тому числі й рослинних тканинах, вода перебуває у двох станах, в одному – вона має властивості, що схожі з властивостями чистої води (вільна або замерзаюча), інший – виникає внаслідок гідратації – енергетично вигідної взаємодії з макромолекулами біополімерів, молекулами та іонами клітинного соку (зв'язана або незамерзаюча) [1]. Утруднення сушіння та збільшення енергозатрат пов'язують з початком процесу видалення зв'язаної води. Оскільки протягом тривалого часу традиційно вважали, що в перший період процесу сушіння видаляється виключно вільна вода, а кількість зв'язаної води при цьому залишається незмінною, дослідна перевірка цього припущення завжди була важливою як з наукового, так і практичного погляду [2, 3].