

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ВЕТРОВ ДМИТРО ІГОРОВИЧ



УДК 663.63-048.78[663.8:633.72]

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ
ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ НАПОЇВ З ЧАЙНОЇ СИРОВИНИ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія харчової продукції

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса - 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: – доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Коваленко Олена Олександрівна
Одеська національна академія харчових
технологій, завідувач кафедри технології
питної води.

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
Прибильський Віталій Леонідович
Національний університет харчових
технологій, професор кафедри
біотехнології продуктів бродіння і
виноробства;

– кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Михайленко Володимир Григорович
Інститут проблем машинобудування
ім. А. М. Підгорного НАН України.

Захист відбудеться *27 листопада 2013 р. о 10³⁰* годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112, ауд. А-234.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий *25 жовтня 2013 р.*

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
д.т.н., професор



Г.М. Станкевич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За об'ємом споживання напоїв з чайної сировини займають друге місце у світі після питної води. Це обумовлено широким асортиментом таких напоїв, унікальними органолептичними характеристиками та функціональними властивостями. Разом з тим, цінність представлених на ринку бутильованих холодних чаїв, як функціональних продуктів, викликає сумніви. Адже згідно статистичних даних, вміст в цих напоях функціональних інгредієнтів, зокрема поліфенольних речовин, дуже низький. Кращу якість мають свіжозаварені чайні напої, які вживають безпосередньо після приготування, наприклад, в закладах ресторанного господарства. Хоча і в цьому випадку якість напоїв залежить від якості сировини та особливостей технології їх приготування.

Суттєвий вплив на якість напоїв з чайної сировини чинить якість технологічної води (тобто води, що використовується в технологічному процесі для приготування харчового продукту), адже в готовому напої її частка найбільша.

Якість водопровідної, артезіанської чи бутильованої води, що використовується у закладах ресторанного господарства для приготування напоїв, регламентується ДСанПіН 2.2.4.171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», та забезпечується попередньою обробкою на станціях централізованого очищення. Та оскільки ця водопідготовка здійснюється без врахування подальших взаємодій між присутніми у технологічній воді домішками мінерального та органічного походження (далі розчиненими речовинами) та екстрактивними речовинами чайної сировини, то використання такої води не гарантує отримання напою з максимальним вмістом функціональних інгредієнтів та найкращими органолептичними показниками. У зв'язку з цим виникає необхідність у кондиціонуванні води безпосередньо у закладах ресторанного господарства. Враховуючи те, що на сьогоднішній день відсутні обґрунтовані рекомендації до якості технологічної води, до способів і обладнання, а також технологічних режимів кондиціонування води для напоїв з чайної сировини, то питання удосконалення технології водопідготовки для приготування таких напоїв є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі технології питної води ОНАХТ у відповідності до напряму державної програми «Питна вода України» (2006-2020 рр.), а саме «Розроблення та впровадження науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок із застосуванням новітніх матеріалів, технологій, обладнання та приладів», та згідно планів держбюджетних тематик науково-дослідних робіт кафедри: «Аналіз стану та тенденцій розвитку технологій покращення якості води на харчових підприємствах» (2010 р.); «Експериментальні дослідження впливу сучасних способів і технологій водопідготовки на якість харчових продуктів» (2011 р.); «Експериментальні дослідження засобів підвищення ефективності використання води на підприємствах харчової галузі» (№ держреєстрації 0112U005099, виконується з 2012 р.).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розробка рекомендацій до якості технологічної води та удосконалення технології водопідготовки для приготування напоїв з чайної сировини у закладах ресторанного господарства.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- визначити групу розчинених речовин у технологічній воді та водорозчинних екстрактивних речовин чайної сировини, взаємодія між якими може негативно впливати на якість напоїв та їх функціональні властивості;
- дослідити та узагальнити результати дослідження впливу концентрації розчинених речовин технологічної води на хімічні та органолептичні показники напоїв;
- обґрунтувати вибір способів та матеріалів для кондиціювання технологічної води у закладах ресторанного господарства для приготування зазначених напоїв;
- дослідити та узагальнити результати дослідження впливу умов експлуатації фільтрів різних видів і призначення на якість підготовленої технологічної води;
- розробити математичну модель і критерій оптимізації процесу кондиціювання технологічної води та з їх використанням визначити раціональні технологічні режими водопідготовки;
- удосконалити технологію водопідготовки для приготування напоїв з чайної сировини у закладах ресторанного господарства;
- визначити якість технологічної води, підготовленої за удосконаленою технологією, а також хімічні, мікробіологічні і органолептичні показники напоїв, виготовлених з її використанням;
- розробити проект нормативно-технічної документації на напої з чайної сировини;
- розрахувати показники економічної ефективності удосконаленої технології та здійснити її промислову апробацію.

Об'єкт дослідження – технологія водопідготовки для приготування напоїв з чайної сировини у закладах ресторанного господарства.

Предмет дослідження – хімічні, мікробіологічні, органолептичні показники технологічної води та напоїв на основі чорного і зеленого чаїв, технологічні режими водопідготовки, показники економічної ефективності технології.

Методи дослідження – загальноприйняті фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні та математичні методи дослідження із використанням сучасних пристроїв та устаткування.

Наукова новизна отриманих результатів. В результаті виконання комплексу аналітичних та експериментальних досліджень вперше:

- встановлено залежності: між концентрацією у технологічній воді заліза загального, міді, солей загальної жорсткості, сухого залишку, хлору залишкового вільного і показнику перманганатної окиснюваності та органолептичними показниками напоїв з чайної сировини; між концентрацією у технологічній воді заліза загального, міді, сухого залишку, хлору залишкового вільного та загальним вмістом поліфенольних речовин у напоях з чайної сировини; між концентрацією у технологічній воді хлору залишкового вільного та вмістом вітаміну С і кофеїну у напоях. Отримано регресійні рівняння, що описують ці залежності;

- встановлено залежності між зазначеними вище показниками якості технологічної води та умовами експлуатації (температурою, тиском та витратами води) сорбційних фільтрів (на основі гранульованого і пресованого активованого вугілля із шкарлупи кокосу) і комбінованих фільтрів (крім активованого вугілля містять матеріали для знезалізнення та пом'якшення води). Узагальнення досліджень представлено у вигляді регресійних рівнянь;

- розроблено математичну модель та критерій оптимізації процесу кондиціювання технологічної води у фільтрі із комбінованим картриджем, які дозволяють визначати раціональні (з точки зору якості напоїв) технологічні режими проведення даного процесу в залежності від якості вихідної води.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено рекомендації до якості технологічної води, призначеної для виготовлення напоїв на основі чорного і зеленого чаїв, та обґрунтовано технологічні режими її кондиціювання. З урахуванням цих рекомендацій запропоновано удосконалену технологію водопідготовки для приготування напоїв з чайної сировини у закладах ресторанного господарства. Розроблено проект ТУ, ТІ та технологічні карти на виробництво зазначених напоїв.

Промислова апробація результатів дисертаційної роботи здійснена на харчоблоці підприємства СГТОВ «Дружба народів» (смт Петрівка, АРК Крим) з метою підвищення якості напоїв з чайної сировини, які там виготовляються. Крім того, підходи, використані у дисертаційній роботі були застосовані при формуванні рекомендацій щодо оптимізації лінії водопідготовки на підприємстві ТОВ «Катеринопільський елеватор» (смт Єрки, Черкаська область). Результати промислової апробації, зокрема у першому випадку, показали, що витрати на установку та експлуатацію додаткового обладнання для доочищення технологічної води становлять 468,86 грн/рік і збільшують базові витрати на воду на 0,47 %. Таке зростання витрат на воду можна вважати не суттєвим, оскільки систематичне вживання чайних напоїв з покращеними органолептичними характеристиками та збільшеним вмістом поліфенольних речовин, вітаміну С та кофеїну сприяє покращенню самопочуття і підвищенню працездатності співробітників підприємства.

Капітальні витрати на придбання та монтаж обладнання, необхідного для реалізації розробленої технології, складають 712,00 грн. Річний економічний ефект від впровадження розробленої технології для кафе із кількістю відвідувачів 900 чоловік на місяць складає 3706,32 грн. Термін окупності – 0,67 року.

Результати дисертаційної роботи знайшли відображення в розроблених за участю автора на кафедрі технології питної води ОНАХТ методичних вказівках для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Науково-технічний прогрес і прогнозування розвитку технологій водопідготовки» для магістрів спеціальності 8.05170110 «Технологія питної води та водопідготовки харчових виробництв».

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних та патентних джерел інформації, плануванні та проведенні експериментальних досліджень, обґрунтуванні вибору сировини, матеріалів, методик для дослідження показників якості та напоїв, формуванні висновків та рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до друку, виступах з доповідями на конференціях. Розробку методології науково-дослідної роботи, аналіз і узагальнення результатів експериментальних дослі-

джень, їх промислову апробацію і підготовку проекту науково-технічної документації виконано разом із науковим керівником.

Здобувач висловлює подяку керівництву ОНАХТ та колективу кафедри технології питної води за створені умови для виконання дослідження та підтримку у роботі.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи були представлені і обговорювались на наступних конференціях: конференції молодих учених, аспірантів та студентів ОНАХТ (м. Одеса, 2009-2010, 2012 рр.); науково-практичних конференціях «Вода в харчовій промисловості» (м. Одеса, 2010-2012 рр.); VII Міжнародній науковій конференції студентів та аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, Білорусь, 2010 р.); науково-практичній конференції "Актуальні проблеми безпеки харчування" (м. Донецьк, 2010 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі» (м. Харків, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології оздоровчих продуктів харчування ХХІ століття» (м. Харків, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми холодної техніки і технології» (м. Одеса, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Современные проблемы водоснабжения и водоотведения. Вода – 2011», (м. Одеса, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Вода і довкілля» у рамках Міжнародного водного форуму «Aqua Ukraine 2011» (м. Київ, 2011 р.); 78 Міжнародній науковій конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», (м. Київ, 2012 р.); IV Східноєвропейській конференції молодих спеціалістів і вчених водного сектору Міжнародної Водної Асоціації (IWA) (м. Санкт-Петербург, Росія, 2012 р.);

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 24 друковані праці, у тому числі: статей у наукових фахових виданнях України – 4, статей в інших наукових виданнях України та країн СНД - 3, тез доповідей на наукових конференціях – 17.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, який містить 113 найменувань, та 5 додатків (38 сторінок). Дисертацію викладено на 123 сторінках основного тексту, які включають 39 рисунків (21,5 сторінки) та 24 таблиці (13 сторінок).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету і завдання дослідження; показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів; наведено дані щодо їх апробації; визначено особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях та публікаціях за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі «Сучасний стан технологій водопідготовки у виробництві напоїв з чайної сировини» наведено структуру та характеристику ринку функціональних напоїв у світі та Україні. Показано, що виробництво напоїв з чайної сировини (далі НЧС) - це перспективний напрямок його розвитку. Представлено сучасну класифікацію та характеристику чайної сировини (далі ЧС). Показано, що найбільш популярними представниками ЧС є чорний та зелений чай, які отримують з рослини *Camellia sinensis* при різних умовах її збирання і переробки. Розглянуто хімічний склад зазначених вище чаїв. При цьому основна увага приділена водорозчинним екстрактивним речовинам, оскільки від їх вмісту у напоях залежать органолептичні характеристики та функціональні властивості напоїв. Також зазначено, що у бутельованих напоях з ЧС вміст функціональних інгредієнтів, а саме поліфенольних речовин (далі ПФР), у (4...10) разів менше, ніж в аналогічних свіжозаварених напоях. Тому саме свіжозаварені напої, які вживаються безпосередньо після приготування, наприклад, у закладах ресторанного господарства (далі ЗРГ), можна віднести до функціональних. Описано різні технології приготування НЧС у ЗРГ.

Показано, що якість технологічної води (далі ТВ) чинить суттєвий вплив на якість напоїв. Разом з тим зазначено, що науково-обґрунтованих рекомендацій щодо її якості немає. Представлена характеристика джерел водопостачання закладів ресторанного господарства та показано, що використання води з цих джерел не гарантує отримання напоїв з гармонійним смаком, насиченим кольором та ароматом, а також оптимальним вмістом корисних для здоров'я людини екстрактивних речовин ЧС. В зв'язку з цим, доцільним є додаткове кондиціювання води у ЗРГ. Представлена загальна характеристика способів кондиціювання води та наведені типові технологічні схеми обробки води у виробництві напоїв. Зазначено, що для кондиціювання води у ЗРГ доцільно використовувати побутові фільтри. Але рекомендацій щодо характеристики таких фільтрів та умов їх експлуатації, які забезпечуватимуть отримання у ЗРГ напоїв необхідної якості, немає. Таким чином, в результаті виконаного аналітичного огляду показано, що питання удосконалення технології водопідготовки для НЧС є актуальними і потребує вирішення.

У другому розділі «Розробка методології дослідження» представлено програму дослідження (рис.1), визначено об'єкт і предмети дослідження. Наведено методики: приготування модельних розчинів (далі МР); експериментального дослідження впливу якості ТВ на якість НЧС; експериментального дослідження впливу способів, матеріалів і технологічних режимів кондиціювання ТВ на її якість; визначення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості води та НЧС. Також наведено методику математичної обробки і узагальнення експериментальних даних та методику розрахунку показників економічної ефективності технології. Представлено характеристику експериментального стенду для дослідження процесів кондиціювання води. Вказані похибки вимірювання лабораторних приладів, використаних в роботі.

У третьому розділі «Експериментальні дослідження впливу якості технологічної води на якість напоїв з чайної сировини» визначено групу розчинених речовин ТВ і діапазони зміни значень їх концентрацій, у яких вони можуть знаходитись у водопровідній воді та впливати на показники якості НЧС (табл. 1).

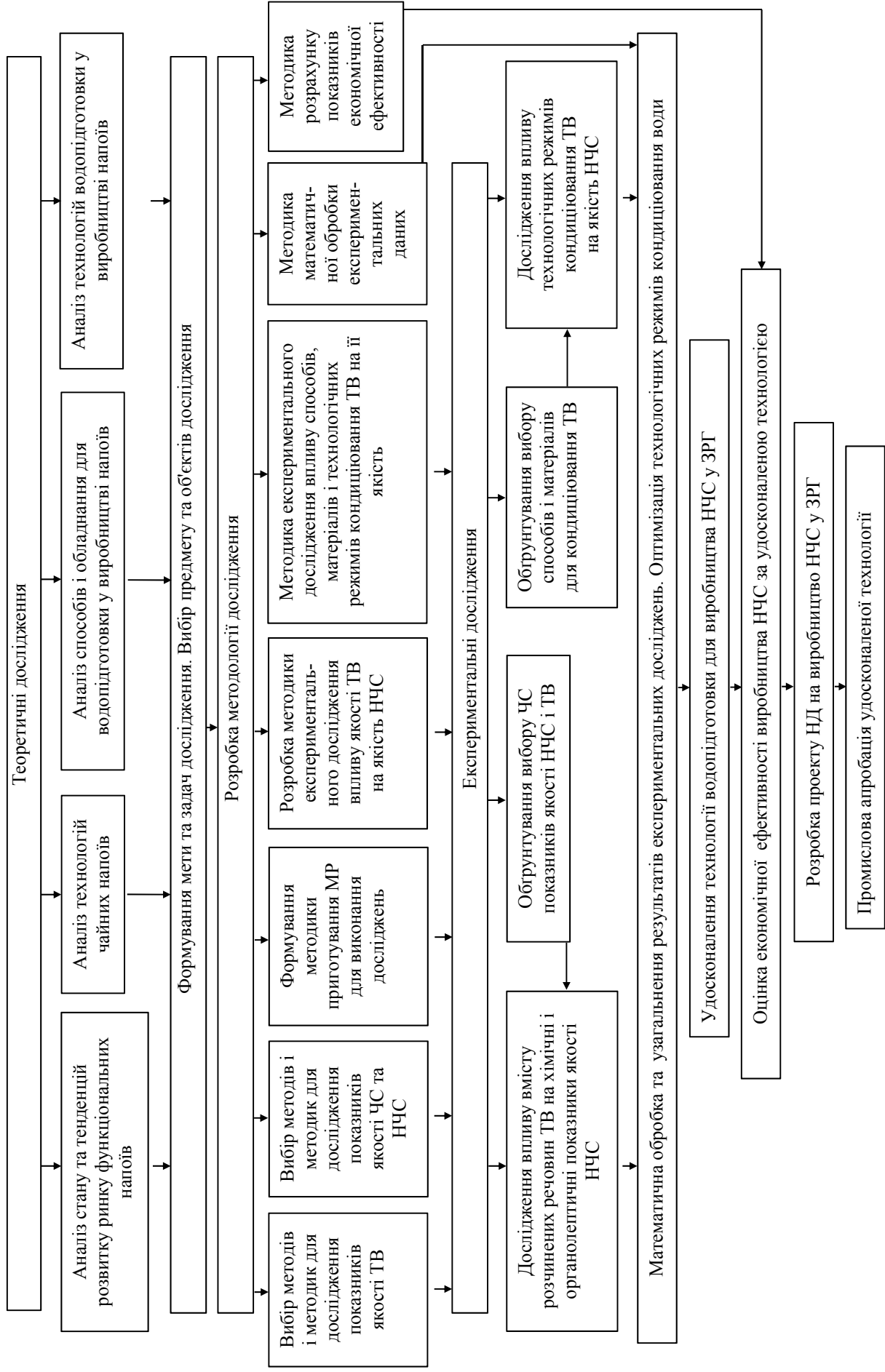


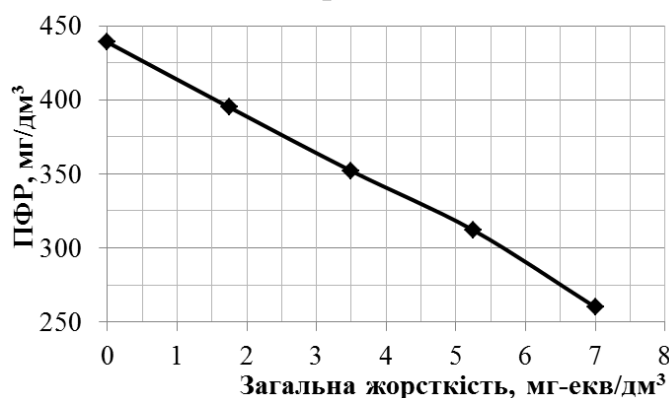
Рис. 1. Програма дослідження

Показники якості ТВ, які впливають на якість НЧС

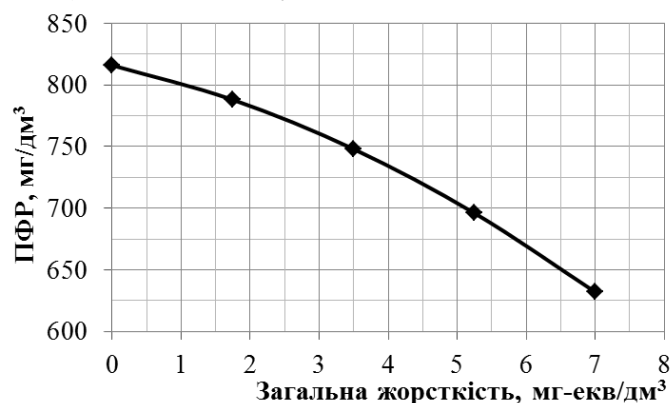
Показник	Діапазон варіювання	Чинять вплив на:
1. Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	0-0,5	поліфенольні речовини, вітамін С, кофеїн
2. Залізо загальне, мг/дм ³	0-0,2	поліфенольні речовини
3. Мідь, мг/дм ³	0-1,0	
4. Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	0-5,0	органолептичні показники
5. Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	0-7,0	поліфенольні речовини, колір, смак
6. Сухий залишок, мг/дм ³	0-500,0	екстрактивні речовини, смак

Наведено загальну характеристику і представлено результати експериментального дослідження, отримані з використанням модельних розчинів.

На основі аналізу отриманих даних встановлено, що із збільшенням концентрації солей загальної жорсткості (далі ЗЖ) у МР загальний вміст ПФР у готових НЧС як на основі чорного, так і зеленого (рис. 2) чаю, зменшується.



а) напій на основі чорного чаю



б) напій на основі зеленого чаю

Рис. 2. Вплив концентрації солей жорсткості у МР на загальний вміст ПФР у НЧС.

Це обумовлено взаємодією ПФР із іонами кальцію та утворенням нерозчинних комплексних сполук. Також слід зазначити, що хоча усі зразки напоїв на основі зеленого чаю містили майже у 2 рази більше ПФР, ніж напої на основі чорного чаю, кількість ПФР, що вступила у взаємодію з однією і тією ж кількістю іонів кальцію в процесі приготування зазначених напоїв, суттєво не відрізнялася. Так, при концентрації ЗЖ, рівній 7 мг-екв/дм³, відбувалось зменшення вмісту ПФР з 439 до 260 мг/дм³ у напої на основі чорного чаю, та з 816 до 632 мг/дм³ ПФР у напої на основі зеленого чаю (рис. 2).

Присутність у МР ЗЖ також негативно відображається на кольорі, смаку та ароматі НЧС. Так, вже при значенні ЗЖ 3,5 мг-екв/дм³ відмічалась втрата насиченості кольору, гармонійності аромату та виразності смаку напоїв як на основі чорного, так і на основі зеленого чаю в порівнянні з аналогічними напоями, виготовленими на дистильованій воді.

Використання МР з різним значенням показнику СЗ не впливає на колір та аромат НЧС, але чинить вплив на їх смак. Найкращим виявився смак напоїв, виготов-

лених на воді із значенням СЗ рівним 200 мг/дм^3 (рис. 3). При меншому значенні СЗ смак напоїв є недостатньо насиченим, складається відчуття, що чай не повністю заварився. Вода із значенням СЗ, рівним 300 мг/дм^3 та більше, навпаки, спотворює притаманний НЧС смак, виникає відчуття наявності в напоях не характерних для них домішок.

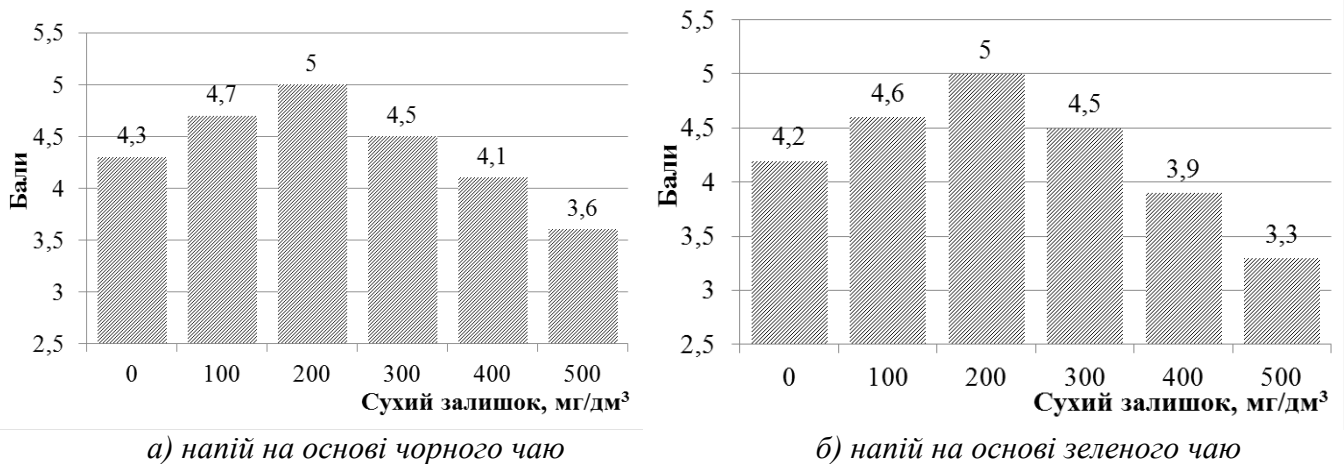


Рис. 3. Зміна смаку НЧС в залежності від значення показнику сухого залишку у МР

Іони міді, присутні у МР, внаслідок своїх комплексоутворюючих властивостей зменшують вміст ПФР у НЧС, але у діапазоні концентрацій міді від 0 до 1 мг/дм^3 це зменшення є не суттєвим. Так, при концентрації міді у МР, рівній 1 мг/дм^3 , зменшення вмісту ПФР складає 5 % для НЧС на основі чорного чаю та 3,8 % для НЧС на основі зеленого чаю.

Не суттєвий вплив на зміну вмісту ПФР у НЧС чинить залізо загальне (далі ЗЗ), присутнє у МР у діапазоні концентрацій, зазначеному у табл. 1. Так, при концентрації ЗЗ у МР, рівній $0,2 \text{ мг/дм}^3$, вміст ПФР зменшується з 439 до 436 мг/дм^3 для напоїв на основі чорного чаю, та 816 до 811 мг/дм^3 – для напоїв на основі зеленого чаю. Аналіз органолептичних показників (далі ОП) зразків напоїв, виготовлених на МР з різним вмістом як міді, так і ЗЗ не показав жодних відмінностей від контрольних зразків.

В результаті дослідження впливу вмісту органічних домішок у МР на якість НЧС встановлено, що вже при значенні показнику перманганатної окиснюваності (далі ПО) рівному $1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ відбувається погіршення органолептичних показників НЧС, здебільшого – смаку.

Дуже відчутний вплив на органолептичні показники НЧС чинить вміст у МР хлору залишкового вільного (далі ХЗВ). При цьому найбільше погіршується запах та смак. Вже при концентрації ХЗВ, рівній $0,2 \text{ мг/дм}^3$, смак втрачає виразність, а запах чаю, особливо зеленого, стає важко вловимим. При концентрації ХЗВ у МР більшій за $0,4 \text{ мг/дм}^3$ для напою на основі зеленого чаю, та $0,5 \text{ мг/дм}^3$ для напою на основі чорного чаю починає відчуватись запах хлору, що викликає бажання відмовитись від споживання напоїв. Крім того, вміст у модельному розчині ХЗВ є причиною зменшення вмісту у НЧС поліфенольних речовин (рис. 4), вітаміну С (рис. 5) та кофеїну. Так, при концентрації ХЗВ, рівній $0,5 \text{ мг/дм}^3$, вміст ПФР зменшується на 11 % у напоях на основі чорного чаю, та на 8,5 % у напоях на основі зеленого чаю (рис. 4) у порівнянні із їх вмістом у напоях, виготовлених на дистильованій воді.

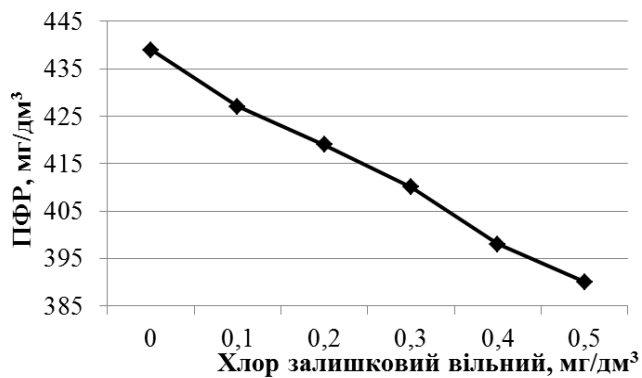


Рис. 4. Вплив концентрації ХЗВ у МР на вміст ПФР у напоях на основі чорного чаю

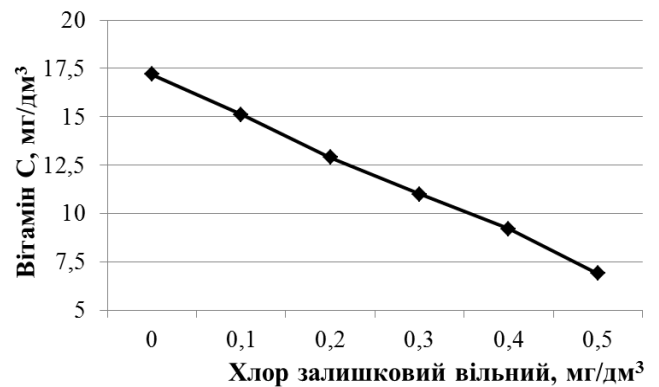


Рис. 5. Вплив концентрації ХЗВ у МР на вміст вітаміну С у напоях на основі зеленого чаю

В результаті математичної обробки результатів експериментального дослідження, наведених у розділі 3, отримані регресійні рівняння (табл. 2).

Таблиця 2

Рівняння для розрахунку значень показників якості НЧС в залежності від якості ТВ (наведено для напоїв на основі чорного чаю)

Показник якості ТВ		Показник якості НЧС	Рівняння (С - концентрація розчиненої речовини у технологічній воді)	R ²
Назва, розмірність	Діапазон значень			
1. Залізо загальне, мг/дм ³	0...0,2	ПФР, мг/дм ³	$\text{ПФР} = 50 \cdot C_{\text{зз}}^2 - 25 \cdot C_{\text{зз}} + 439$	1
2. Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	0...7	ПФР, мг/дм ³	$\text{ПФР} = -25,2 \cdot C_{\text{зж}} + 439,8$	0,9983
		Органолептичні показники	$\text{ОП} = -0,0194 \cdot C_{\text{зж}}^2 - 0,0662 \cdot C_{\text{зж}} + 5$	0,9991
3. Мідь, мг/дм ³	0...1	ПФР, мг/дм ³	$\text{ПФР} = 6,8571 \cdot C_{\text{м}}^2 - 29,257 \cdot C_{\text{м}} + 439,26$	0,998
4. Перманганатна окиснюваність, мг/дм ³	0...5	Органолептичні показники	$\text{ОП} = -0,0095 \cdot C_{\text{по}}^2 - 0,0795 \cdot C_{\text{по}} + 4,9989$	0,998
5. Сухий залишок, мг/дм ³	0...500	Органолептичні показники	$\text{ОП} = 3 \cdot 10^{-8} \cdot C_{\text{сз}}^3 - 3 \cdot 10^{-5} \cdot C_{\text{сз}}^2 + 0,0083 \cdot C_{\text{сз}} + 4,271$	0,9683
6. Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	0...0,5	ПФР, мг/дм ³	$\text{ПФР} = -9,7429 \cdot C_{\text{хз}} + 468,93$	0,996
		Вітамін С, мг/дм ³	$\text{ВС} = 28,214 \cdot C_{\text{хз}}^2 - 25,621 \cdot C_{\text{хз}} + 5,7357$	0,9994
		Кофеїн, мг/дм ³	$\text{К} = 8,9286 \cdot C_{\text{хз}}^2 - 38,464 \cdot C_{\text{хз}} + 381,96$	0,9988
		Органолептичні показники	$\text{ОП} = -2,0714 \cdot C_{\text{хз}}^2 - 1,0129 \cdot C_{\text{хз}} + 4,8514$	0,999

На основі результатів експериментальних досліджень впливу якості ТВ на якість НЧС сформульовані рекомендації щодо хімічного складу ТВ для приготування НЧС у ЗРГ (табл. 3). При дотриманні цих рекомендацій втрати екстрактивних речовин сировини, які обумовлюють корисні властивості НЧС, складатимуть не більше 10 %, а погіршення будь-якого з органолептичних показників не перевищуватиме 0,3 бали з п'яти можливих.

Таблиця 3

Рекомендації щодо хімічного складу ТВ для приготування НЧС

Показник якості технологічної води	Значення показнику
Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	≤0,1
Залізо загальне, мг/дм ³	≤0,2
Мідь, мг/дм ³	≤1,0
Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	≤2,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	≤2,0
Сухий залишок, мг/дм ³	100-250

Інші показники якості технологічної води для приготування напоїв з чайної сировини повинні відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4.171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

У четвертому розділі «Розробка технології водопідготовки для виробництва напоїв з чайної сировини» обґрунтовано доцільність використання в технології підготовки води стадій механічної фільтрації та комбінованого очищення на основі активованого вугілля (далі АВ). Також представлено результати експериментального дослідження впливу типу фільтрів та технологічних параметрів їх роботи на ефективність очищення МР з концентрацією домішок, яка відповідає ГДК цих речовин за ДСанПіН 2.2.4.171-10 для водопровідної води (табл. 4).

Таблиця 4

Результати експериментального дослідження впливу типу фільтрів та технологічних параметрів їх роботи на ефективність очищення МР від домішок

Показник якості технологічної води	Вихідний МР	Підготовлена вода												Рекомендоване значення показнику якості ТВ
		Aquafilter FCCBL – пресоване спечене АВ зі шкарлупи кокосу			Pentek GAC 10 – гранульоване АВ зі шкарлупи кокосу			Аква-фортекс СС-5К – гранульоване АВ зі шкарлупи кокосу та засипка KDF 55			Aquafilter FCCBKDF-2 – гранульоване АВ з шкарлупи кокосу, засипка KDF 55, пом'якшуюча засипка			
		G (дм ³ /хв); Δp (бар)			G (дм ³ /хв); Δp (бар)			G (дм ³ /хв); Δp (бар)			G (дм ³ /хв); Δp (бар)			
		2,5; 0,15	5; 0,3	7,5; 0,5	2,5; 0,4	5; 0,5	7,5; 0,7	2,5; 0,25	5; 0,3	7,5; 0,4	2,5; 0,3	5; 0,4	7,5; 0,6	
Залізо загальне, мг/дм ³	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,04	0,06	0,07	0,06	0,08	0,1	0,2
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6,7	6,7	1,5	1,8	2,1	2
Мідь, мг/дм ³	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	1
Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	5	2,7	2,9	3	2,1	2,2	2,2	1,3	1,5	1,7	1,6	1,8	2	2
Сухий залишок, мг/дм ³	500	490	495	495	485	488	490	479	483	485	223	245	273	100-250
Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	0,5	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,09	0,04	0,06	0,07	0,06	0,07	0,08	0,1

З табл. 4 видно, що найкращий з точки зору якості підготовленої води та відповідності її вимогам (табл. 3) результат, був отриманий при застосуванні комбінованого фільтру Aquafilter FCCBKDF-2. Саме для картриджу Aquafilter FCCBKDF-2 було розроблено математичну модель, яка дозволяє розраховувати значення показників якості НЧС в залежності від якості води в джерелі водопостачання (рівняння табл. 2) і технологічних умов її кондиціонування (рівняння табл. 5).

Таблиця 5

Рівняння для визначення значень показників якості підготовленої води в залежності від витрат та концентрації домішок у вихідному МР

Показник якості ТВ	Рівняння	R ²
1. Залізо загальне, мг/дм ³	$C_{зз} = (0,2 + 0,3 \cdot g) \cdot C_{зз0}$	1
2. Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	$C_{зж} = (0,1286 + 0,1714 \cdot g) \cdot C_{зж0}$	1
3. Мідь, мг/дм ³	$C_m = 0,7 \cdot C_{m0}$	1
4. Перманганатна окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	$C_{по} = (0,28 + 0,12 \cdot g) \cdot C_{по0}$	1
5. Сухий залишок, мг/дм ³	$C_{сз} = (0,394 + 0,15 \cdot g) \cdot C_{сз0}$	0,9952
6. Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	$C_{хз} = (0,1 + 0,06 \cdot g) \cdot C_{хз0}$	1
C ₀ – концентрація розчинених речовин у вихідній воді; C – концентрація розчинених речовин у підготовленій воді; g – приведена продуктивність фільтру (G/G _{max}), де G – оптимальна продуктивність фільтру, G _{max} – максимальна продуктивність фільтру		

Рівняння, наведені у табл. 2 і 5 також дозволяють визначати технологічні режими, при яких якість НЧС буде найкращою. Для вирішення такого завдання запропоновано функції оптимізації та обмеження для функцій. Так, наприклад, для напоїв на основі чорного чаю функція оптимізації має вид:

$$f_{\text{ч}}(g) = 0,4 \cdot f_{1\text{ч}}(g) + 0,6 \cdot f_{2\text{ч}}(g), \quad (1)$$

де 0,4 та 0,6 – вагові коефіцієнти для опису якості готових напоїв (0,4 – коефіцієнт, який відображає ступінь впливу ПФР, а 0,6 – органолептичних показників на якість НЧС; $f_{1\text{ч}}(g)$ – функція, що відображає відносні втрати ПФР у напоях у процесі їх приготування в залежності від приведених витрат води g та концентрації різних домішок у вихідній воді; функція $f_{2\text{ч}}(g)$ відображає найбільше погіршення органолептичних показників напою в результаті надмірного вмісту у ТВ певних домішок в залежності від витрат води. Функції $f_{1\text{ч}}(g)$ та $f_{2\text{ч}}(g)$ мають вид:

$$f_{1\text{ч}}(g) = \text{ПФР}_{\text{ч}}[33f(g), 3Жf(g), Мf(g), ХЗf(g)]/\text{ПФР}_{\text{чmax}} \quad (2)$$

$$f_{2\text{ч}}(g) = \min[\text{ОП}_{\text{жз}}(3Жf(g)), \text{ОП}_{\text{хз}}(ХЗf(g)), \text{ОП}_{\text{сз}}(СЗf(g)), \text{ОП}_{\text{по}}(\text{ПО}f(g))]/5 \quad (3)$$

де 5 – це кількість балів, що характеризує найкращу органолептичну оцінку напою. Для розрахунку $f_{1\text{ч}}(g)$ та $f_{2\text{ч}}(g)$ використовуються рівняння з таблиць 2 та 5;

Шляхом оптимізації визначено, що найкращу якість напоїв на основі чорного та зеленого чаїв можна отримати при витратах вихідної води 5,0 дм³/хв. Виконані експериментальні та аналітичні дослідження покладені в основу технології приготування НЧС у ЗРГ. Технологічна схема наведена на рис. 7.

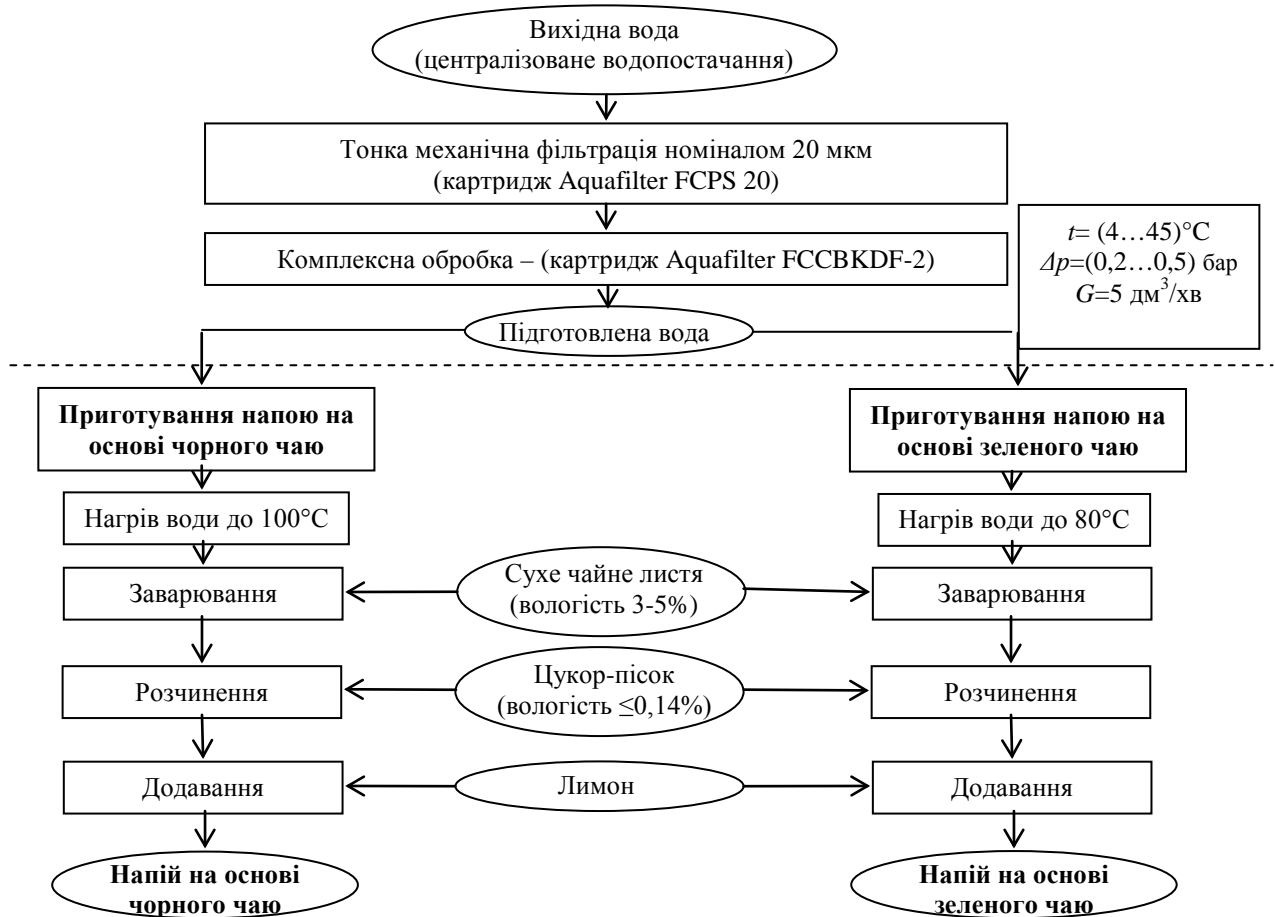


Рис. 7. Технологічна схема приготування НЧС у ЗРГ.

Визначений шляхом оптимізації технологічний режим кондиціонування води було апробовано у лабораторних умовах. Об'єктом досліджень була водопровідна вода (м. Одеса, Приморський р-н, осінь 2012 року). Зразки підготовленої води піддавали хімічному і мікробіологічному аналізу та оцінювали відповідність якості сформульованим у табл. 2 рекомендаціям. Результати цих досліджень підтвердили ефективність запропонованого технологічного режиму.

На очищеній воді готували чорний і зелений чай та контролювали показники якості у готових напоях (табл. 6). Контрольним зразком були напої, виготовлені на водопровідній воді без додаткового очищення. Аналіз результатів, наведених у табл. 6, свідчить про те, що підготовка води з використанням запропонованого обладнання і технологічного режиму дозволяє суттєво покращити органолептичні показники та функціональні властивості НЧС, а також забезпечує їх мікробіологічну безпеку.

Для розробленої технології було складено технологічні карти приготування напоїв на основі чорного та зеленого чаїв у закладах ресторанного господарства.

Розрахунок показників економічної ефективності показав, що річний економічний ефект від впровадження розробленої технології для кафе, в яких готують до 200 дм³ НЧС на місяць, складає 3706,32 грн. Термін окупності – 0,67 року.

Також розроблену технологію було апробовано на харчоблоках м'ясокомбінату СГТОВ «Дружба народів» (СМТ Петрівка, АРК Крим) та ООО «Катеринопільський елеватор» (СМТ Єрки, Черкаська область). Отримані економічні результати свідчать про доцільність впровадження результатів дисертаційної роботи у виробництво.

Таблиця 6

Показники якості напоїв, отриманих на підготовленій воді

Показник якості напою	Напій на основі чорного чаю		Напій на основі зеленого чаю	
	контроль	зразок	контроль	зразок
1. Поліфенольні речовини, мг/дм ³	256	380	560	775
2. Кофеїн, мг/дм ³	342	376	281	314
3. Вітамін С, мг/дм ³	-	5	6	15
4. Масова частка сухих речовин, %	5	5	4	4
5. Титрована кислотність, см ³ NaOH/100 см ³	1,6	1,6	1,9	1,9
6. Колір, бали	4	4,8	4,5	5
7. Запах, бали	4	5	3,8	4,8
8. Смак, бали	3,8	4,8	3,6	4,7
9. МАФАМ, КУО/см ³	-	-	-	-
10. Загальні колі форми, КУО/100см ³	-	-	-	-

ВИСНОВКИ

1. В результаті проведення аналітичних та експериментальних досліджень розроблено рекомендації до якості технологічної води та удосконалено технологію водопідготовки для приготування напоїв з чайної сировини у закладах ресторанного господарства.

2. Доведено, що значення таких показників якості технологічної води, як загальна жорсткість, залізо загальне, мідь, перманганатна окиснюваність, сухий залишок та хлор залишковий вільний суттєво впливають на вміст у напоях на основі чорного та зеленого чаю поліфенольних речовин, кофеїну, вітаміну С, а також органолептичні показники. Отримано графічні залежності та регресійні рівняння, які описують цей вплив у наступних діапазонах значень показників якості технологічної води: загальна жорсткість – (0...7) мг-екв/дм³, сухий залишок – (0...500) мг/дм³, залізо загальне – (0...0,2) мг/дм³, мідь – (0...1) мг/дм³, перманганатна окиснюваність – (0...5) мгО₂/дм³, хлор залишковий вільний – (0...0,5) мг/дм³.

3. Розроблено рекомендації до хімічного складу технологічної води для приготування напоїв на основі чорного та зеленого чаю в закладах ресторанного господарства, а саме: загальна жорсткість ≤ 2 мг-екв/дм³, залізо загальне ≤ 0,2 мг/дм³, мідь ≤ 1 мг/дм³, перманганатна окиснюваність ≤ 2 мгО₂/дм³, сухий залишок – (100...250) мг/дм³, хлор залишковий вільний ≤ 0,1 мг/дм³.

4. Досліджено ефективність видалення домішок з модельних розчинів на побутових фільтрах марки Pentek GAC 10, Aquafilter FCCBL, Aquafilter FCCBKDF-2 та Аква-фортекс СС-5К. Вивчено вплив типу фільтруючих матеріалів, температури вихідної води та її витрат на якість підготовленої води. Показано, що найкраще очищення відбувається при використанні комбінованого фільтру Aquafilter FCCBKDF-2, який містить гранульоване активоване вугілля зі шкарлупи коксу, каталітичне завантаження KDF та пом'якшуючу засипку.

5. Розроблено математичну модель процесу кондиціонування води з використанням фільтру Aquafilter FCCBKDF-2 та функції оптимізації, які дозволяють розраховувати оптимальні витрати технологічної води, при яких забезпечується найкраща

якість напоїв з чайної сировини. Визначено, що для водопровідної води м. Одеси оптимальні витрати води становлять 5,0 дм³/хв.

6. Удосконалено технологію водопідготовки для приготування напоїв на основі чорного та зеленого чаю у закладах ресторанного господарства. Удосконалена технологія передбачає механічне очищення на фільтрі з поліпропілену номіналом 20 мкм Aquafilter FCPS20 та комплексну обробку на картриджі Aquafilter FCCBKDF-2 при витратах води, визначених за математичною моделлю в залежності від якості вихідної води.

7. Встановлено, що напої з чайної сировини, виготовлені на підготовленій за розробленою технологією воді, містять у 1,5 рази більше поліфенольних речовин, на 10 % більше кофеїну, до 2,5 разів більше вітаміну С, а також мають кращі органолептичні показники, ніж напої з чайної сировини, виготовлені на водопровідній воді без додаткового кондиціонування.

8. Розроблено проект нормативної та технологічної документації: технологічні умови на «Напої з чайної сировини», технологічні інструкції з виробництва напоїв з чайної сировини у закладах ресторанного господарства на основі підготовленої водопровідної води, а також складено технологічні карти.

9. Виробничу апробацію отриманих результатів проведено на харчоблоках м'ясокомбінату СГТОВ «Дружба народів» (смт Петрівка, АРК Крим) та ООО «Катеринопільський елеватор» (смт Єрки, Черкаська область).

10. Річний економічний ефект від впровадження розробленої технології для кафе, які готують до 200 дм³ напоїв на основі чайної сировини на місяць, складає 3706,32 грн. Термін окупності – 0,67 року. Впровадження розробленої технології на харчоблоках низки підприємств харчової галузі збільшує річні витрати на воду на 0,47 %. Проте вживання більш смачних та корисних напоїв сприяє покращенню самопочуття та підвищенню працездатності працівників підприємства.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. 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.

2. Коваленко О.О. Визначення технологічних режимів процесу сорбційного очищення води, призначеної для виробництва функціональних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Голов. ред. О.О. Шубін; Дон. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2011. Вип. 27. – С. 376-383.

3. Коваленко, О.О. Розробка технології водопідготовки для виробництва чайних напоїв [Текст] / А.Т. Безусов, Д.І. Ветров, Н.А. Постол // Наукові праці ОНАХТ, Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2011. – Вип. 40. – Том 2. – С. 66-71.

4. Коваленко О.О. Розробка вимог до якості води, призначеної для виробництва чайних напоїв / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Наукові праці ОНАХТ. Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2012. – Вип. 42. – Том 2. – С. 430-434.

5. Коваленко О.О. Технологія водопідготовки для виробництва чайних напоїв: технологічні аспекти та підходи до розробки [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Зб. мат третьої наук.-практ. конф. «Вода в харчовій промисловості». – Одеса: ОНАХТ, 2012. – С. 9-10.

6. Коваленко Е.А. Технологические особенности водоподготовки в производстве чайных напитков / Е.А. Коваленко, Д.И. Ветров // Опыт и молодость в решении водных проблем: статья докл. IV Вост.-Европ. конф. молодых специалистов и ученых водного сектора Междунар. Водной Ассос. (IWA), Санкт-Петербург, 4-6 окт. 2012 г. – СПб., 2012. – С. 119-125.

7. Коваленко О.О. От качества технологической воды к пользе функциональных напитков [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Вісник Одеської Державної академії будівництва та архітектури. Вип. № 42. – Одеса: Вид-во «Optimum», 2011. – С. 202 – 208.

8. Ветров Д.І. Особливості водопідготовки для приготування напоїв функціонального призначення [Текст] / Зб. доп. Міжнародного Конгресу «ЕТЕВК-2011». – С. 146-149.

9. Ветров Д.І. Холодний чай – функціональний вибір сучасності [Текст] / Д.І. Ветров // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: прог. і мат. міжн. наук. конф. мол. вчен. асп. і студ. / К.:НУХТ, 2012 р. – Ч.1. – С. 53-54.

10. Ветров Д.І. Роль воды в производстве функциональных напитков // Зб. наук. праць мол. уч., асп. і студ. ОНАХТ/ МОНмолодьспорту України. Одеса: 2012. – Том 2. – С. 141

11. Ветров, Д.І. Технологія водопідготовки як фактор впливу на якість функціональних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Зб. тез. доп. Всеукр. наук.-практ. конф. мол. уч., асп. і студ. «Вода в харчовій промисловості». Одеса: ОНАХТ, 2011. – С. 4-6.

12. Ветров Д.І. Дослідження впливу умов кондиціонування води на показники якості напоїв та екстрактів [Текст] / Д.І. Ветров, Н.А. Постол, Л.П. Ремінна, О.О. Коваленко // Зб. тез. доп. Всеукр. наук.-практ. конф. мол. уч., асп. і студ. «Вода в харчовій промисловості». – Одеса: ОНАХТ, 2011. – С. 42-43.

13. Коваленко, Е.А. Влияние температурных режимов на процесс сорбционной очистки воды для напитков активированным углем [Текст] / Е.А.Коваленко, Д.И.Ветров // Зб. тез доп. Міжн. наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми холодильної техніки і технології» – Одеса: ОНАХТ, 2011. – С. 160-161.

14. Ветров, Д.І. Еколого-гігієнічні проблеми використання води при виробництві напоїв [Текст] / Д.І. Ветров, Н.А. Постол, В.М. Очеретна, Т.В. Стрікаленко // Зб. праць за підсумками міжн. наук.-практ.конф. мол. вч., асп.і студ. – Київ: НУБіП України, вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. – С. 476.

15. Коваленко, О.О. Водопідготовка для виробництва чайних напоїв [Електронний ресурс] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // IX Міжнародний водний форум «AQUA UKRAINE 2011». Міжн. наук.-практ. конф. «Вода і довкілля». – Київ: 2011. – С. 228. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM).

16. Коваленко, О.О. Дослідження впливу якості питної води на якість функціональних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, Д.І. Ветров // Матеріали I 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; Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. – С. 78.

17. 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 // Зб. наук. праць молодих учених, аспір. та студ. / Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2010. – Том 1. – С. 208-209.

18. Ветров, Д.І. Функціональні напої - корисний продукт сучасності [Текст] / Д.І. Ветров, Н.А. Постол // Зб. наук. праць молодих учених, аспір. та студ. / Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2010. – Том 2. – С. 122.

19. 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. наук.-практ. конф «Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі». - Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 63-64.

20. Ветров, Д.І. Дослідження впливу якості питної води на якість функціональних напоїв [Текст] / Д.І. Ветров, О.О. Коваленко // Тези доповідей Міжнарод. наук.-практ. конф. «Новітні технології оздоровчих продуктів харчування ХХІ століття»; – Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 131–132.

21. Коваленко, О.О. Водопідготовка у виробництві напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, Т.В. Стрикаленко, Д.І. Ветров // Зб. тез доповідей наук.-практ. конференції з міжнар. участю «Вода в харчовій промисловості». – Одеса: ОНАХТ, 2010. – С. 67-68.

22. Ветров, Д.И. Перспективные направления усовершенствования технологий водоподготовки при производстве безалкогольных напитков [Текст] / Д.И. Ветров, Е.А. Коваленко // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч. конф. студ. и аспирантов, 22-23 апреля 2010 г., Могилев / УО «Могилевский гос. ун-в. продовольствия»; – Часть 1. – Могилев: УО «МГУП», 2010. – С. 32.

23. Ветров, Д.І. Питна вода як елемент здорового способу життя [Текст] / Д.І. Ветров, Т.В. Стрикаленко, О.О. Коваленко // Зб. наук. праць молодих учених, аспірантів та студ. / Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2009. – С. 214-215.

24. Ветров, Д.І. Сучасні способи покращення якості води для харчових виробництв [Текст] / Д.І. Ветров, О.О. Коваленко // Зб. наук. праць молодих учених, аспірантів та студ. / Мін. осв. і науки України. – Одеса: 2009. – С. 292-293.

Особистий внесок автора:

1) проведено літературний огляд та визначено стадії водопідготовки, використання яких є доцільним при кондиціонуванні ТВ для безалкогольних напоїв (поз. 7, 10, 14, 15, 20, 23-24);

2) проведено літературний та патентний пошук, встановлено відсутність вимог до ТВ для приготування НЧС та обґрунтовано доцільність їх розробки (поз. 4, 6, 9, 16-17, 19);

3) проведено аналіз хімічної природи водорозчинних екстрактивних речовин ЧС, визначено розчинні речовини ТВ, які можуть вступати у взаємодію з ними, та за допомогою модельних розчинів встановлено характер їх взаємодії; на основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо хімічного складу ТВ для приготування НЧС (поз. 2, 5, 11);

4) підібрано фільтруючі матеріали на основі активованого вугілля, досліджено умови кондиціонування води і їх вплив на якість водопровідної води; удосконалено технологію водопідготовки для приготування НЧС (поз. 1, 3, 12-13, 18, 21-22)

АНОТАЦІЯ

Ветров Д.І. Удосконалення технології водопідготовки для приготування напоїв на основі чайної сировини. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 - технологія харчової продукції. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2013.

Робота присвячена вирішенню питання розробки вимог до якості технологічної води для приготування напоїв на основі чайної сировини у закладах ресторанного господарства та технології водопідготовки, яка дозволить зберігати максимально можливу кількість корисних для організму людини речовин чайної сировини і забезпечить високі органолептичні показники чайних напоїв.

Встановлено залежність між показниками якості технологічної води і загальним вмістом поліфенольних і екстрактивних речовин, вітаміну С, кофеїну, а також органолептичними показниками напоїв на основі чайної сировини. Розроблено ви-

моги до якості води (загальна жорсткість ≤ 2 мг-екв/дм³, залізо загальне $\leq 0,2$ мг/дм³, мідь ≤ 1 мг/дм³, перманганатна окиснюваність ≤ 2 мгО₂/дм³, сухий залишок (100...250) мг/дм³, хлор залишковий вільний $\leq 0,1$ мг/дм³).

Удосконалено технологічну схему водопідготовки для приготування напоїв на основі чайної сировини у закладах ресторанного господарства, яка включає тонке механічне очищення на поліпропіленовому фільтрі номіналом 20 мкм і очищення на комбінованому картриджі Aquafilter FCCBKDF-2. Ця технологія дозволяє збільшити, порівняно з контрольними зразками, вміст поліфенольних речовин у 1,5 рази, вміст вітаміну С до 2,5 разів, кофеїну на 10 %, а також суттєво поліпшити колір, запах і смак чайних напоїв.

Проведено промислову апробацію удосконаленої технології. Отримані економічні результати свідчать про доцільність впровадження результатів дисертаційної роботи у виробництво.

Ключові слова: напої на основі чорного і зеленого чаю, вимоги до якості води, технологічні режими кондиціювання води, технологія водопідготовки для закладів ресторанного господарства, показники якості напоїв.

АННОТАЦИЯ

Ветров Д.И. Совершенствование технологии водоподготовки для приготовления напитков из чайного сырья. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология пищевой продукции. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2013.

Работа посвящена решению вопросов разработки требований к качеству технологической воды для приготовления напитков на основе чайного сырья в заведениях ресторанного хозяйства, а также разработке технологии водоподготовки, которая позволит сохранить максимально возможное количество полезных для организма человека веществ чайного сырья и обеспечит высокие органолептические показатели чайных напитков.

В работе приведена структура и характеристика рынка функциональных напитков в мире и Украине. Показано, что производство напитков из чайного сырья – это перспективное направление его развития. Показано, что наиболее популярными представителями чайного сырья являются черный и зеленый чай. Отмечено, что в бутилированных напитках из чайного сырья содержимое функциональных ингредиентов, а именно полифенольных веществ, в (4-10) раз меньше, чем в аналогичных свежесваренных напитках, поэтому их употребление более предпочтительно. Показано, что качество технологической воды оказывает существенное влияние на качество напитков. Вместе с тем отмечено, что научно-обоснованные требования к качеству воды для приготовления напитков на основе чайного сырья в заведениях ресторанного хозяйства отсутствуют. Представлена характеристика источников водоснабжения заведений ресторанного хозяйства и показано, что использование воды из этих источников не гарантирует получения напитков с гармоничным вкусом, насыщенным цветом и ароматом, а также оптимальным содержанием полезных для

здоровья человека экстрактивных веществ чайного сырья. В связи с этим, целесообразным является дополнительное кондиционирование воды. Представлена общая характеристика современных способов кондиционирования воды в производстве безалкогольных напитков. Отмечено, что для заведений ресторанного хозяйства для кондиционирования воды целесообразно использовать бытовые фильтры.

Проанализированы возможные результаты химического взаимодействия примесей органического и неорганического происхождения, присутствующих в водопроводной воде, с экстрактивными веществами чайного сырья. Обоснована группа примесей, способных снижать содержание полезных веществ в напитках из чайного сырья и ухудшать их органолептические показатели. Показана необходимость разработки специальных требований к воде для производства напитков на основе чайного сырья.

С помощью модельных растворов экспериментально установлена зависимость между значениями таких показателей качества технологической воды, как сухой остаток, перманганатная окисляемость, концентрация солей жесткости, железа (II), меди (II), хлора остаточного свободного и общим содержанием полифенольных веществ, экстрактивных веществ, витамина С, кофеина, а также органолептическими показателями напитков на основе чайного сырья. На основе анализа полученных результатов разработаны требования к качеству воды (общая жесткость ≤ 2 мг-экв/дм³, железо общее $\leq 0,2$ мг/дм³, медь ≤ 1 мг/дм³, перманганатная окисляемость ≤ 2 мгО₂/дм³, сухой остаток (100...250) мг/дм³, хлор остаточный свободный $\leq 0,1$ мг/дм³).

Для разработки технологических режимов обработки водопроводной воды с целью достижения сформулированных требований проведены экспериментальные исследования влияния типа фильтров и режимов их работы на эффективность удаления указанных выше примесей. Для исследований были выбраны фильтры на основе гранулированного (Pentek GAC 10) и прессованного активированного угля (Aquafilter FCCBL), а также его сочетании с каталитической загрузкой KDF (Аквафортекс СС-5К) с умягчающим материалом (Aquafilter FCCBKDF-2). Анализ результатов исследований показал, что получение сформулированных требований к качеству воды возможно путем обработки водопроводной воды на картридже Aquafilter FCCBKDF-2. В результате была разработана технологическая схема водоподготовки для приготовления напитков на основе чайного сырья, которая включает тонкую механическую очистку на полипропиленовом фильтре номиналом 20 мкм и очистку на комбинированном картридже Aquafilter FCCBKDF-2. Данная технология позволяет увеличить, в сравнении с контрольными образцами, содержание полифенольных веществ в 1,5 раза, содержание витамина С до 2,5 раз, кофеина на 10 %, а также улучшить цвет, запах и вкус чайных напитков. Разработана и утверждена в установленном порядке необходимая нормативно-техническая документация (ТУ, ТИ), а также технологические карты.

Годовой экономический эффект от внедрения разработанной технологии в заведениях ресторанного хозяйства, в которых готовят до 200 дм³ напитков на основе чайного сырья в месяц, составляет 3706,32 грн. Срок окупаемости – менее одного года. Разработанная технология прошла промышленную апробацию на пищеблоках

СГТОВ «Дружба народов» (пгт Петровка, АРК Крым) и ООО «Катеринопольский элеватор» (пгт Ерки, Черкасская область). Полученные экономические результаты и социальный эффект свидетельствуют о целесообразности внедрения результатов диссертационной работы в производство.

Ключевые слова: напитки на основе черного и зеленого чая, требования к качеству воды, технологические режимы кондиционирования воды, технология водоподготовки для заведений ресторанного хозяйства, показатели качества напитков.

THE SUMMARY

Vietrov D.I. Improvement of water treatment technology for preparation of tea drinks. - On rights of a manuscript.

Dissertation for degree of candidate of technical sciences, speciality 05.18.16 – technology of food products. Odessa national academy of food technologies Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2013.

Dissertation is devoted to the decision of question of development requirements to the quality of technological water for preparation of tea drinks in HoReCa, and technology of water treatment that will allow to keep the maximally possible amount of useful substances of tea for man's organism and will provide the high organoleptic indexes of tea drinks.

It was established the dependence between the indexes of quality of technological water and amount of polyphenols and extract substances, vitamin C, caffeine, and also by the organoleptic indexes of tea drinks. It was formulated requirements to quality of water (total hardness ≤ 2 mg-eqi/dm³, total iron $\leq 0,2$ mg/dm³, cooper ≤ 1 mg/dm³, permanganate oxidation ≤ 2 mgO₂/dm³, dry residue 100-250 mg/dm³, free residual chlorine $\leq 0,1$ mg/dm³).

It was improved technology of water treatment for preparation of tea drinks that includes the thin mechanical cleaning on a 20 μ m polypropylene filter and cleaning on the combined cartridge Aquafilter FCCBKDF-2. This technology allows to increase, comparatively with control samples, amount of polyphenols in 1,5, content of vitamin C up to 2,5, the caffeine on 10 %, and also to improve a color, smell and taste of tea drinks.

Industrial approbation of the improved technology is conducted. Calculated economic results testify about expedience of applying of developed technology in industry.

Keywords: drinks based on black and green tea, requirements to quality of water, technological modes of conditioning of water, technology of water treatment for HoReCa, indexes of quality of drinks.

Підписано до друку 22.10.2013 р. Формат 60х90/16. Об'єм 0,9 авт. арк.
Замовлення № 285. Тираж 100 прим.

ОНАХТ, 65039, Одеса-39, вул. Канатна, 112