

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ТАТАР ЛАРИСА ВАСИЛІВНА



УДК 006.83:663.42(043.5)

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПИВА
З ДОДАВАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

Спеціальність 05.18.15 – товаровознавство харчових продуктів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Пенкіна Наталія Михайлівна,
Харківський державний університет
харчування та торгівлі, доцент кафедри
товарознавства в митній справі.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Рудавська Ганна Богданівна,
Київський національний торговельно-економічний
університет, професор кафедри товарознавства,
управління безпечністю та якістю;

доктор технічних наук, доцент
Бочарова Оксана Володимирівна,
Одеська національна академія харчових технологій,
доцент кафедри товарознавства та митної справи.

Захист відбудеться «29» травня 2019 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «25» квітня 2019 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



В.М. Онищенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема галузі харчування, яка сьогодні є актуальною в країні та світі – незбалансованість раціонів харчування, дефіцит у них вітамінів, мінеральних та інших біологічно активних речовин (БАР), вміст яких майже у два рази менше рекомендованих норм. Відомо, що це призводить до зниження працездатності, зменшення активності імунної системи, підвищення ризику серцево-судинних, онкологічних та інших захворювань. Саме це зумовлює широке використання рослинної сировини для збагачення харчових продуктів БАР.

Останнім часом натуральну лікарську пряно-ароматичну сировину витіснили синтетичні добавки, які є шкідливими та можуть накопичуватись в організмі людини у вигляді різних алергенів. Тенденція до забезпечення повноцінного раціонального харчування населення – це натуральність компонентів та розвиток інноваційних технологій, спрямованих виробниками на створення продуктів із функціональними властивостями та підвищеною харчовою цінністю.

Пиво – перспективний продукт для збагачення БАР, оскільки воно належить до напоїв масового споживання. Сьогодні в Україні активно розвиваються міні-пивоварні, орієнтовані на виробництво крафтового пива, що передбачає використання лише натуральних інгредієнтів. Створення нових авторських сортів з оригінальними органолептичними властивостями спонукає пивоварів до пошуку нових джерел для розширення асортименту пива. Водночас існує проблема забезпечення пивоварних компаній якісними хмелепродуктами. В Україні існує дефіцит вітчизняного хмелю. Крім того, короткий термін зберігання нефільтрованого пива спричиняє чимало проблем. Отже, для вирішення вищезазначеного завдання уведення додаткового компонента для виробництва пива з частковою заміною хмелю на нетрадиційну рослинну сировину, яка має антиоксидантні та консервувальні властивості, є актуальним завданням.

Поліпшення споживних властивостей слабоалкогольних напоїв завдяки використанню нетрадиційної сировини та її екстрактів вивчено В.А. Домарецьким, В.Л. Прибильським, Р.Ю. Павлюк, Г.І. Космінським, Л.А. Осиповою, О.В. Бочаровою, М. González-Gross, M. Lebrón, A. Marcos, J. Romeo, M. Kushad та ін. З урахуванням вищезазначеного, застосування додаткових натуральних інгредієнтів для виробництва пива дозволить збагатити готовий продукт БАР та подовжити термін його зберігання. Особливий інтерес викликає хвоя сосни, яка включає комплекс БАР, а саме: низькомолекулярні фенольні сполуки, флавонолові глікозиди, терпеноїди, здатні мобілізувати захисну силу організму та які мають антиоксидантну і консервувальну дію. Хімічний склад і властивості хвої сосни наближені до відповідних показників шишок хмелю – основної сировини для пивоваріння.

З огляду на вищезазначене, дослідження якості нетрадиційної рослинної сировини та вдосконалення споживних властивостей крафтового пива з її використанням є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до основних наукових напрямів досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі, затверджених Міністерством освіти і науки України, зокрема до плану наукових досліджень кафедри товарознавства в митній справі за темами №10-15-16Б (0114U006532) «Формування якості алкогольних та слабоалкогольних напоїв нового покоління», №6-14Д (0114U005314) «Нові види купажів біологічно активних добавок на основі натуральної рослинної та тваринної сировини. Дослідження їх впливу на життєдіяльність біологічних об'єктів», №14-15Д (0115U001890) «Розробка рекомендацій щодо інноваційних підходів до використання рослинної сировини у сучасному виробництві».

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є теоретичне та експериментальне виявлення закономірностей комплексного впливу натуральних рослинних ароматичних компонентів із хвої сосни у формі екстракту на формування споживних властивостей крафтового пива.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- визначити комплекс біологічно активних фітокомпонентів у висушених шишках хмелю та хвої сосни (зокрема низько- та високомолекулярні фенольні сполуки, ароматичні, гіркі речовини та ін.);
- визначити комплекс біологічно активних речовин та споживні властивості в екстракті із хвої сосни за умови її екстракції за запропонованою вдосконаленою технологією;
- визначити основний компонентний склад натуральних смакоароматичних речовин рослинного екстракту із хвої сосни, що формують його специфічний смак і аромат;
- науково обґрунтувати доцільність використання як натуральної добавки біологічно активних речовин із хвої сосни для збагачення крафтового пива з частковою заміною шишок хмелю;
- розробити новий спосіб отримання та збагачення напою – крафтового пива з використанням як інновації натуральної рослинної добавки із хвої у формі екстракту, що дозволить отримати нове пиво не тільки з високим вмістом біологічно активних речовин, а й із подовженим терміном зберігання;
- теоретично обґрунтувати і розробити за допомогою математичного моделювання й експертної оцінки рецептуру нового крафтового пива із заданими споживними властивостями;
- провести комплексну товарознавчу оцінку та визначити вміст біологічно активних речовин нового крафтового пива, збагаченого натуральними фітокомпонентами із хвої сосни у формі екстракту, порівняно з традиційно приготованим пивом, а також дослідити якість пива під час зберігання;
- визначити безпечність нового пива та виявити його вплив на антиоксидантний статус печінки в разі введення біологічним об'єктам;

– розробити нормативно-технологічну інструкцію на нове крафтове пиво, визначити економічну ефективність від упровадження продукту у виробництво, провести апробацію у виробничих умовах.

Об'єкти дослідження: хвоя сосни звичайної (*Pinus sylvestris*); водний екстракт хвої сосни звичайної; пиво світле, виготовлене за класичною технологією; розроблене пиво світле з додаванням хвойного екстракту.

Предмет дослідження – споживні властивості пива з додаванням хвойного екстракту.

Методи дослідження: стандартні загальноприйняті та спеціальні методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, спектрофотометричні, хроматографічні, соціологічні, експертні, математичного моделювання, методи статистичної та математичної обробки з використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що *вперше*:

– науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб отримання та збагачення напою масового споживання – крафтового нефільтрованого пива з натуральною рослинною добавкою із нетрадиційної рослинної сировини (екстракт із хвої сосни) з антиоксидантними властивостями;

– визначено комплекс біологічно активних фітокомпонентів висушеної хвої сосни як нетрадиційної пряно-ароматичної рослинної сировини, порівняно з хмелем, за умови її використання для формування якості пива;

– визначено комплекс біологічно активних речовин у екстракті із хвої сосни, виготовленому з використанням як екстрагента води;

– сформовано смак, аромат і якість нового крафтового пива з високим вмістом біологічно активних речовин, які мають антиоксидантні властивості, з використанням натуральної рослинної добавки із хвої сосни;

– доведено зменшення негативного впливу розробленого пива на організм біологічних об'єктів та виявлено, що воно має антиоксидантний потенціал і здатне захищати печінку від негативного впливу алкоголю у своєму складі.

Практичне значення одержаних результатів. Визначено раціональні співвідношення кількості рецептурних компонентів пива з додаванням натуральної рослинної добавки із хвої у формі екстракту; досліджено компонентний склад смакоароматичних речовин рослинного екстракту із хвої сосни, який формує специфічний смак і аромат хвої в пиві, виготовленому з його використанням; проведена комплексна товарознавча оцінка розробленого пива, яка підтверджує високу органолептичну оцінку, збереженість комплексу БАР сировини та збільшення терміну зберігання нової продукції у два рази. Розроблено й затверджено у встановленому порядку (Спеціалізованою галузевою комісією з оцінки якості пива, безалкогольних напоїв, мінеральних вод, сиропів та концентратів, «Укрпиво», м. Київ) Технологічну інструкцію до виробництва 10% світлого пива «Смарагд» із рецептурою ТІ 14297558-340:2016. Одержане нове технічне рішення захищене патентом України на корисну модель №109200 «Спосіб виробництва пива «Смарагд».

Соціальний ефект одержаних результатів полягає в забезпеченні споживачів крафтовим нефільтрованим пивом із натуральною біологічною добавкою із нетрадиційної рослинної сировини (екстракт із хвої сосни) з високими антиоксидантними властивостями.

Реалізація роботи. Технологія розробленого пива впроваджена у виробничих умовах ТОВ «Торговий Дім “Деметра”» (м. Харків, акт від 31.10.2014 р.), ТОВ «ТД-ЦЕНТР» (м. Харків, акт від 14.12.2015 р.), ТОВ «ОЛНА» (м. Харків, акт від 10.10.2016 р.).

Здійснено випуск дослідної партії пива на пивоварні ТОВ «ОЛНА» (м. Харків), що підтверджено актом випуску пробної партії від 08.11.2016 р.

Результати науково-дослідних робіт упроваджені в освітній процес кафедри товарознавства в митній справі ХДУХТ (акт від 01.02.2016 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, плануванні, проведенні та обробці аналітичних і експериментальних робіт у лабораторних і виробничих умовах, аналізі та узагальненні одержаних результатів, формулюванні висновків досліджень, розробці патенту на корисну модель, підготовці матеріалів до публікації, здійсненні заходів з упровадження науково-технічних розробок у виробничий та освітній процес.

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи висвітлено та обговорено на Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний інформаційний простір в освітній і науковій діяльності: проблеми становлення, особливості організації, ефективність та перспективи становлення» (Словаччина, м. Кошіце, 2014 р.), Міжнародній практичній конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (м. Київ, 2016 р.), XI Міжнародній науковій та практичній конференції «Cutting-Edge Science–2015» (Великобританія, м. Шеффілд, 2015 р.), XII Міжнародній науково-практичній конференції «Věda a Vznik – 2016» (Чехія, м. Прага, 2016 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (м. Харків, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, 2017–2018 рр.).

Розроблену продукцію демонстрували на виставках наукових розробок ХДУХТ у рамках науково-практичних конференцій (м. Харків, 2015–2018 рр.), виставці наукових розробок у рамках Міжнародного інноваційного бізнес-семінару Open Gate Italy (м. Харків, 2016 р.).

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковано 17 наукових праць, у тому числі: 9 статей, серед яких 6 – у наукових фахових виданнях України (з них 5 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних), 1 – у науковому періодичному виданні іншої держави з напрямку, з якого підготовлено дисертацію; 1 патент України на корисну модель; 7 матеріалів конференцій і тез доповідей.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, списку опублікованих праць, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел із 276 найменувань і 17 додатків. Основний обсяг дисертації складає 157 сторінок, у тому числі 45 таблиць, 24 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність наряду досліджень, визначено наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, сформульовано мету і визначено задачі дослідження.

У першому розділі **«Наукові та теоретичні аспекти формування якості пива»** наведено огляд даних наукової літератури, де розглянуто актуальність розробки нових сортів пива з додаванням натуральних рослинних добавок, які мають високий вміст БАР та сприяють підвищенню імунітету. Проведено аналіз новітніх методів отримання рослинних екстрактів із принципово новими властивостями для створення конкурентоспроможних функціональних продуктів. Розглянуто основну сировину для виробництва пива та її вплив на якість готової продукції. Подано докладну класифікацію смакоароматичних компонентів пива, визначено вплив загальної кількості ароматоутворювальних речовин на формування смаку й аромату готового напою. Приділено увагу аналізу нових видів добавок, які підвищують антиокиснювальну стійкість пива, та надано характеристику біологічно активних фітокомпонентів хвої сосни.

У другому розділі **«Організація, об'єкти та методи досліджень»** розроблено поетапну схему проведення досліджень, подано характеристику об'єктів, матеріалів та методів дослідження. У роботі вирішувалася проблема теоретичного та експериментального виявлення закономірностей комплексного впливу натуральних рослинних ароматичних фітокомпонентів хвої сосни у формі екстракту на формування споживних властивостей крафтового пива з високим вмістом БАР та подовженим терміном зберігання. Контролем слугувало світле нефільтроване пиво з умістом сухих речовин 10%, виготовлене за класичною рецептурою відповідно до чинної технологічної інструкції.

Дослідження проведено в науково-дослідних лабораторіях Харківського державного університету харчування та торгівлі, Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, центральній науково-дослідній лабораторії Національного фармацевтичного університету, лабораторії відділу технології органічних матеріалів НТК «Інститут монокристалів» НАНУ та у виробничих умовах.

Відбір проб, підготовку їх до аналізу, дослідження показників якості рослинної сировини і готових напоїв здійснено загальноприйнятими стандартними та спеціальними сучасними методами, зокрема газової хроматографії, спектрофотометрії, атомно-абсорбційної спектрофотометрії та ін. Вивчення підгострої токсичності розробленого пива та його вплив на

антиоксидантну систему організму біологічних об'єктів проводили у звичайних умовах та умовах погіршеного стану організму на моделі оксидативного стресу порівняно з пивом, виготовленим за класичною технологією. Вірогідність отриманих результатів оцінено методами математичної статистики, оптимізацію рецептур проведено з використанням комп'ютерних технологій за програмами Math Cad та Microsoft Excel.

У третьому розділі «Дослідження впливу якості сировини на споживні властивості пива» на підставі результатів маркетингових досліджень сформовано основні споживчі переваги спеціального пива, що в сукупності сприяє обґрунтованому вибору додаткового смакоароматичного компонента та розробці крафтового пива, збагаченого БАР натуральної рослинної добавки із хвої сосни (далі – хвоя), яке матиме оригінальні органолептичні властивості, буде конкурентоспроможним та затребуваним споживачем. Виявлено, що хімічний склад і властивості хвої наближені до відповідних показників шишок хмелю – основної сировини для пивоваріння.

Вивчено комплекс біологічно активних фітокомпонентів висушеної хвої як нетрадиційної пряно-ароматичної рослинної сировини, порівняно з гранулами (подрібнені пресовані шишки хмелю) та шишками хмелю, за умови її використання для формування якості пива.

Виявлено, що ароматично-смаковий комплекс хвої та хмелю включає ненасичені реакційно-активні речовини, такі як ефірна олія, низькомолекулярні фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), поліфенольні (дубильні) речовини, смоли та гіркі речовини. При цьому більшим умістом зазначених БАР (особливо низько- та високомолекулярних фенольних сполук, ефірної олії) відрізнялась хвоя: в 1,5...5,0 разів більше, ніж у гранулах та висушених шишках хмелю (табл. 1).

Таблиця 1

**Біологічно активні речовини фенольної і терпеноїдної природи, %
(n = 5, P ≥ 0,95)**

Біологічно активні речовини	Пряно-ароматична лікарська рослинна сировина		
	Хвоя сосни	Шишки хмелю	Гранули хмелю
Ефірна олія	3,8	0,55	0,62
Смола	27,3	7,0	7,3
Гіркі речовини	4,0	8,5	9,2
Поліфенольні (дубильні) речовини	16,4	5,2	5,8
Низькомолекулярні фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою)	4,0	3,1	3,9
Флавонолові глікозиди (за рутином)	2,7	1,3	1,6
β-каротин, мг/100 г	15,6	4,8	5,7

Доведено, що у складі хвої сосни є вітаміни групи В, кількість яких перевищує їх уміст у хмелі в 3...10 разів. Уміст аскорбінової кислоти у хвої становить 335,5 мг/100 г, у шишках – 15,7 мг/100 г, гранулах хмелю – 16,4 мг/100 г. Мікроелементи в рослинній сировині представлені калієм, кальцієм, магнієм, фосфором, залізом.

Дослідження показників безпечності рослинної сировини показали, що кількість токсичних елементів та радіонуклідів у хвої значно менша за ГДК. Уміст свинцю становить 0,02 мг/дм³, наявні сліди миш'яку і кадмію. Ртуть у хвої не виявлено. Питома активність радіонуклідів становить: ¹³⁷Cs – 0,46 Бк/дм³, ⁹⁰Sr – 0,81 Бк/дм³.

У четвертому розділі «Обґрунтування процесу отримання пива з додаванням водного хвойного екстракту» науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб отримання та збагачення крафтового нефільтрованого пива натуральною рослинною добавкою у вигляді водного екстракту із хвої сосни з антиоксидантними властивостями.

За допомогою математичного моделювання визначено оптимальні параметри екстрагування хвойного екстракту, критерієм якого обрано антиоксидантну активність. Екстракт виготовлено з використанням як екстрагента води (гідромодуль рослинної сировини і води 1:8, подрібнення хвої до розміру частин 50...250 мкм); витримку здійснювали за температури 60 °С протягом 30 хвилин із подальшим настоюванням упродовж 8 год. Установлено, що отриманий екстракт із умістом сухих речовин 3,8...3,9% має освіжаючий, насичений смак та виражений аромат хвої, за зовнішнім виглядом це прозора рідина золотавого кольору.

Доведено, що екстракт із хвої включає біологічний комплекс, який складається зі сполук, що мають високі антиокиснювальні властивості (табл. 2).

Таблиця 2

Уміст біологічно активних речовин та антиоксидантна активність водного екстракту хвої (n = 5, P ≥ 0,95)

Назва показника	Значення показника
Уміст гірких речовин, мг/100 мл	12,1
Уміст поліфенольних (дубильних) речовин, мг/100 мл	237,8
Уміст низькомолекулярних фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою), мг/100 мл	289,4
Уміст флавонолових глікозидів (за рутином), мг/100 мл	194,2
Уміст вітаміну С, мг/100 мл	27,8
Антиоксидантна активність, Кл/100 мл	202,30
Уміст ароматичних речовин (за числом аромату), мл тіосульфату натрію /100 мл	8000

Методом газової хроматографії досліджено компонентний склад летких смакоароматичних речовин рослинного екстракту із хвої (табл. 3).

**Компонентний склад летких смакоароматичних речовин
водного екстракту хвої (n = 5, P ≥ 0,95)**

№ з/п	Назва компонента	Загальна кількість, %	№ з/п	Назва компонента	Загальна кількість, %
1	Метанова (мурашина) кислота	0,046	11	2,2-гідроксиетил-0,2-гліколамід	1,136
2	2,3, бутандіол	3,411	12	4-гептаналь	0,863
3	Пентадеканаль	1,999	13	1,4,7,10,13,16-гексаоксациклооктадекан	0,496
4	1,5-циклодекадиїн	7,358	14	α-Пінен	17,919
5	α-Кадинол t-Мууралол	0,906	15	2-метил-6-метил-еноктадіон-2,7 (мірцен)	0,578
6	Тетракозан	0,719	16	1-метил-4-ізопропеніл-циклогексен-1 (лимонен)	40,005
7	Піцеїн	1,767	17	Ізолимонен	0,983
8	Ацетамід	11,180	18	1,4,7,10,13,16-гексаоксациклооктадекан	1,341
9	Коніферен	4,193	19	Феландрен	1,297
10	Борнеол	3,617	20	2-етилдециклопентан	0,185

Виявлено 20 сполук, що утворилися під час бродіння, більшість яких є специфічними і формують аромат хвої та деревини, лимонний аромат, гіркий смак. Доведено, що різноманітний компонентний склад летких речовин хвойного екстракту створюватиме специфічний смак і аромат хвої в пиві, виготовленому з його використанням.

На основі комплексу експериментальних досліджень сформовано смак, аромат і якість нового крафтового пива з високим вмістом БАР, що має антиоксидантні властивості. Методом профільного аналізу, математичного моделювання та експертної оцінки визначені доза і раціональне співвідношення хмелю й екстракту з висушеної хвої. Доза гранул хмелю становить 135...140 г на дал (декалітр) і вводиться під час кип'ятіння та виготовлення суслу. Екстракт із хвої з масовою часткою сухих речовин 3,8...3,9% у кількості 300...350 мл на дал пива (або в сухих речовинах 35...40 г, що становить 20% від розрахункової норми хмелю) вводиться наприкінці стадії головного бродіння пива.

У п'ятому розділі «Зміна якості пива «Смарагд» у процесі виробництва та зберігання» наведено результати комплексної товарознавчої оцінки розробленого крафтового пива, збагаченого фітокомпонентами із хвої сосни, яке від традиційного (контролю) відрізняється високим вмістом натуральних рослинних БАР, що дозволило не тільки підвищити біологічну цінність нового пива, але й збільшити термін його зберігання у два рази.

Органолептична оцінка показала, що пиво «Смарагд» має чистий, зброжений, солодовий смак, із яскраво вираженою хмелевою гіркотою, освіжаючим хвойним тоном і легким ароматом хвої. Висота піни становить 30 мм, піностійкість – 3 хв. За 25-бальною системою оцінювання пиво-контроль отримало 24 бали, «Смарагд» – 24,5 бала (рис. 1).

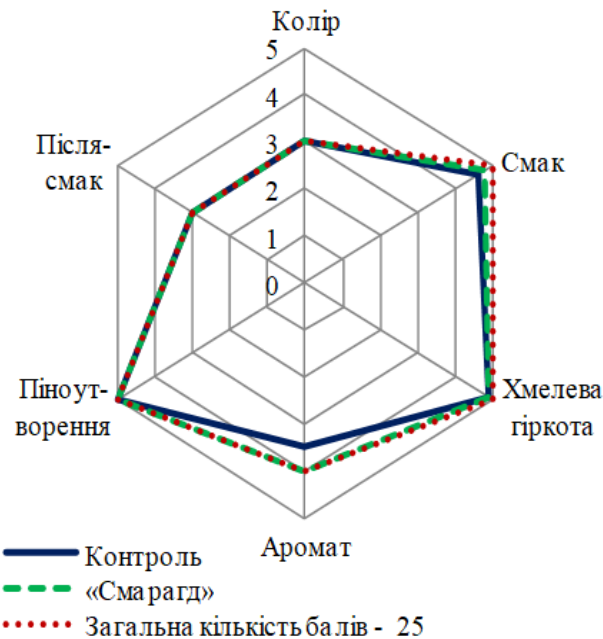


Рис. 1. Органолептична оцінка пива

Результати дослідження фізико-хімічних показників свідчать про те, що масова частка сухих речовин у пиві «Смарагд» становить 10,3%, у контролі – 10%, масова частка етилового спирту складає 2,9% та 3,0%, кислотність – 1,7 см³, 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію на 100 см³ пива та 1,8 см³, 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію на 100 см³ пива відповідно. Різницю показників можна пояснити додаванням водного хвойного екстракту. Колір пива «Смарагд» становить 1,2 см³, 0,1 моль/дм³ розчину йоду на 100 см³ води, масова частка діоксиду вуглецю – 0,3%.

Визначено, що вміст токсичних елементів у пиві «Смарагд» менше за ГДК. Кількість ртуті складає 0,0017 мг/дм³ у контролі та 0,0011 мг/дм³ у «Смарагді». Уміст миш'яку в контролі становить 0,014 мг/дм³, у пиві «Смарагд» – 0,015 мг/дм³, що не перевищує норми. Несуттєвими є зміни в напоях вмісту свинцю – 0,0010 мг/дм³ (контроль) і 0,0018 мг/дм³ («Смарагд») та кадмію – 0,0010 мг/дм³ (контроль) і 0,0012 мг/дм³ («Смарагд»).

Результати дослідження мікробіологічних показників свідчать, що патогенних мікроорганізмів та бактерій групи кишкової палички в пиві не виявлено.

Методом газової хроматографії досліджено якісний та кількісний склад летких смакоароматичних речовин пива. У контрольному зразку виявлено 32 смакоароматичних компоненти, серед них: етиловий ефір (5,31%), оцтова кислота (13,05%), метиловий ефір (8,58%), гептиловий спирт (5,4%), альдегід 2-бутиналь (6,87%), бутенова кислота (1,82%), альдегід пентаналь (3,27%), метиловий ефір етан (2,13%). До складу пива «Смарагд» входять бутенова кислота (2%), оцтова кислота (16,04%), ізопентанол (5,18%), пентаналь (7,18%), діетиламін (4,2%), метиловий ефір (11,06%), етиловий ефір (0,28%), спирт бутатентрол (1,59%). Додатково в ньому виявлено такі речовини: циклобутиловий спирт (0,74%), метилбутан (0,45%), метилгідросульфат (0,2%), бутанову кислоту (0,27%). Усього в розробленому пиві ідентифіковано 38 смакоароматичних компонентів, які утворилися під час бродіння.

Для повної оцінки вираженості аромату розробленого пива визначено загальний вміст речовин, що обумовлюють аромат напою. За результатами дослідження визначено, що число аромату пива «Смарагд» становить 3361 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/100$ мл, контролю – 2170 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/100$ мл.



Рис. 2. Уміст у пиві БАР фенольної природи

Доведено, що розроблене крафтове пиво порівняно з контролем містить значно більше рослинних БАР, зокрема низькомолекулярних фенольних сполук – в 1,4...1,5 разу, поліфенольних (дубильних) речовин – в 1,3...1,4 разу (рис. 2).

Уміст аскорбінової кислоти в пиві «Смарагд» складає 3,5 мг/100 мл. Завдяки використанню натуральної рослинної добавки із хвої вигляді екстракту збільшилася антиоксидантна активність розробленого пива в 1,14 разу порівняно з контролем.

За одержаними результатами зміни показників якості пива визначено гарантійний термін зберігання: для контрольного із хмелем він складає 5 діб, а з частковою заміною хмелю на екстракт із хвої – 10...11 діб. Розраховано комплексний показник якості пива. Його значення для пива «Смарагд» становить 0,98, для контролю – 0,80, що відповідає оцінці «дуже добре».

Установлено, що втрати низько- та високомолекулярних фенольних сполук, органічних кислот, гірких речовин у пиві «Смарагд» у 1,5...2,0 рази менші порівняно з контролем (рис. 3). Це пояснюється високим умістом БАР натуральної рослинної добавки із хвої у вигляді екстракту з антиоксидантною дією, що дозволило подовжити термін зберігання розробленого пива у два рази.

Вивчення токсичності є обов'язковим етапом дослідження нових харчових продуктів. На біологічних об'єктах доведено зменшення негативного впливу розробленого пива на організм та виявлено, що воно має антиоксидантний потенціал і здатне захищати печінку від негативного впливу алкоголю у своєму складі у звичайних умовах (більші значення антиоксидантних маркерів: відновленого глутатіону (ВГ) – на 3,0%, активності каталази (АК) – на 32,8%; та менші значення прооксидантних маркерів: дієнових кон'югатів (ДК) – на 4,1%, тіобарбітурових реактантів (ТБК-реактантів) – на 30,7% порівняно з групою тварин, які отримували пиво-контроль).

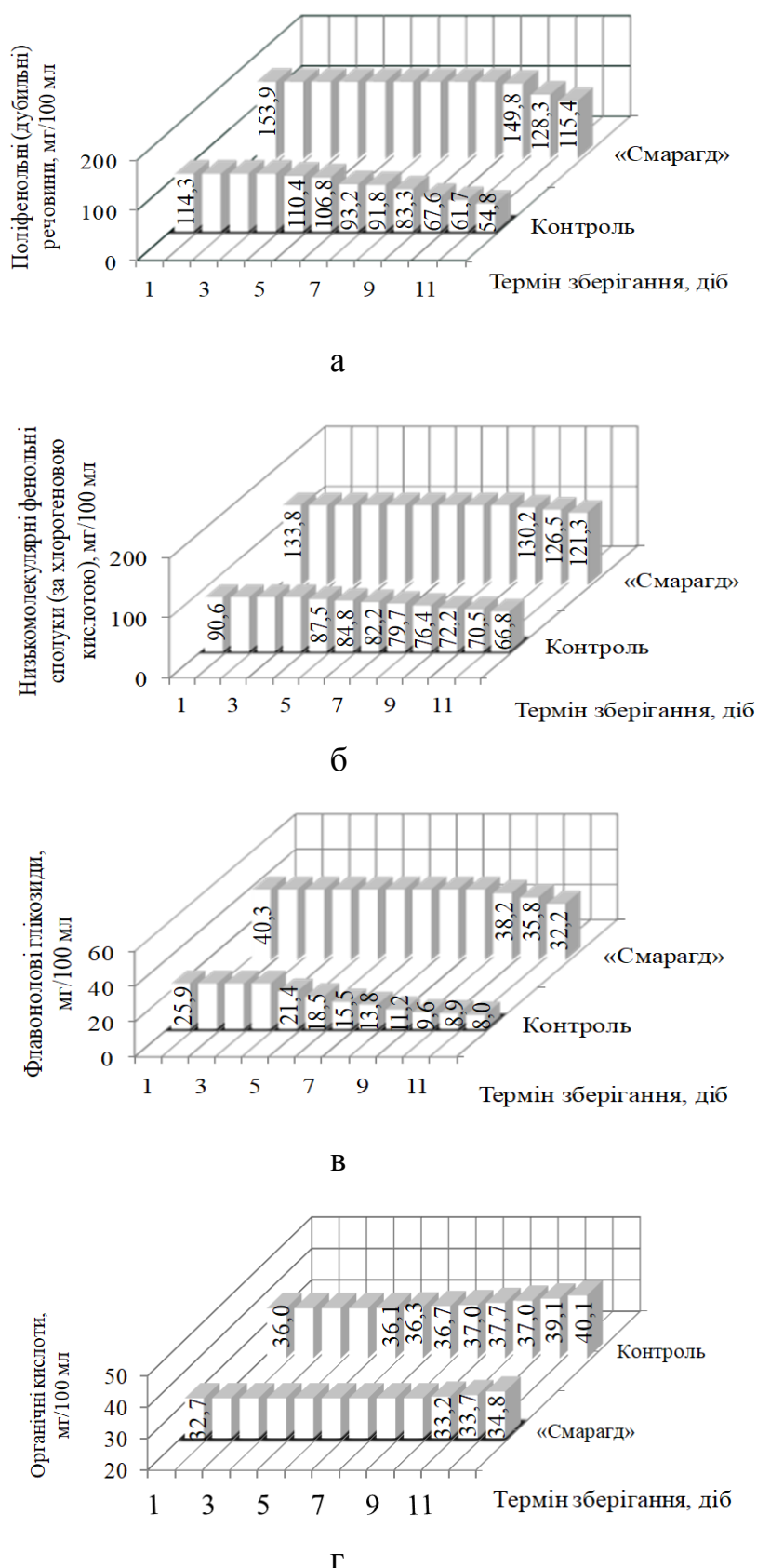


Рис. 3. Динаміка зміни умісту під час зберігання у пиві: а – поліфенольних (дубильних) речовин; б – низькомолекулярних фенольних сполук; в – флавонолових глікозидів; г – органічних кислот

Результати біохімічних показників, отриманих із гомогенату печінки тварин, які вживали пиво «Смарагд», на моделі оксидативного стресу відрізнялися від показників групи тварин, що вживали пиво-контроль: більші значення антиоксидантних маркерів: ВГ – на 19,6%, АК – на 9,5%; та менші значення прооксидантних: ДК – на 10,3%, ТБК-реактивів – на 9,5%. За результатами гістологічної оцінки визначено, що паренхіма печінки тварин, яким вводили пиво «Смарагд», найбільш наближена до паренхіми інтактних тварин. Меншою мірою на інтенсивність жирової дистрофії гепатоцитів, зменшуючи їх рівень, впливало розроблене пиво, яке містить екстракт хвої. Спостерігалися одиничні накопичення жиру в паренхіматозних клітинах, характерні зони локалізації жирової дистрофії були зменшені порівняно з контролем або жирова дистрофія мала дифузний характер.

У шостому розділі **«Економічна ефективність досліджень та їх упровадження»** розраховано соціальний та економічний ефект від упровадження наукової роз-

робки у виробництво. Економічний ефект від упровадження полягає в зростанні прибутку реалізованої продукції (5,99 грн на 1 дал), збільшенні обсягу її реалізації (39,26 грн на 1 дал) та підвищенні рентабельності (3,14%). Соціальний ефект полягає в економії грошових коштів (4,12 грн на 1 л), підвищенні якості (26,2%) та зменшенні токсичного ефекту (13,7%). Розраховано рекомендовану відпускну ціну нового продукту за літр (61,66 грн) та інтегральний показник якості – 1,14. Проведено апробацію технології пива у виробничих умовах та вироблено дослідні партії нового продукту. Результати науково-дослідних робіт упроваджені в освітній процес ХДУХТ.

ВИСНОВКИ

1. Досліджено комплекс біологічно активних фітокомпонентів висушеної хвої сосни як нетрадиційної пряноароматичної рослинної сировини, порівняно з хмелем, за умови її використання для формування якості пива. Виявлено, що ароматично-смаковий комплекс хвої та хмелю включає ненасичені реакційно-активні речовини, такі як ефірна олія (від 0,5% до 3,8%), низькомолекулярні фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою) (від 3,1% до 4,0%), флавонолові глікозиди (за рутином) (від 1,3% до 2,7%), поліфенольні (дубильні) речовини (від 5,2% до 16,4%), смоли (від 7,0% до 27,3%) та гіркі речовини (від 4,0% до 9,2%). При цьому більший уміст зазначених БАР (низько- та високомолекулярних фенольних сполук, ефірної олії) має хвоя сосни – в 1,5...5,0 разів більше, ніж хміль.

2. Визначено комплекс БАР у водному екстракті із хвої сосни, виготовленому з використанням як екстрагента води (гідромодуль рослинної сировини і води 1:8, подрібнення хвої до розміру частин 50...250 мкм); витриманий за температури 60 °С протягом 30 хв із подальшим настоюванням упродовж 8 год. Установлено, що екстракт із хвої включає біологічний комплекс, який складається з ароматичних речовин (за числом аромату) в кількості 8000 мг тіосульфату натрію в 100 мл, низькомолекулярних фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою) – 289,4 мг в 100 мл, флавонолових глікозидів (за рутином) – 194,2 мг в 100 мл, поліфенольних (дубильних) речовин – 237,8 мг в 100 мл та гірких речовин – 12,1 мг в 100 мл.

3. Методом газової хроматографії досліджено компонентний склад смакоароматичних речовин рослинного екстракту із хвої сосни, який формує специфічний смак і аромат хвої та пива, виготовленого з його використанням. Визначено, що в екстракті найбільший уміст ефіру лимонену (40,005%), який формує лимонний аромат, а також у значній кількості представлені терпени, такі як пінен (17,919%), борнеол (3,617%) та коніферин (4,193%). Пінен та коніферин мають аромат хвої та деревини. Виявлено глікозид піцеїн (1,767%), який формує гіркий смак.

4. Доведено доцільність уведення БАР натуральної рослинної добавки із хвої сосни у вигляді екстракту для збагачення крафтового пива та подовження терміну його зберігання.

5. Сформовано смак, аромат і якість нового крафтового пива з високим вмістом БАР, які мають антиоксидантні властивості, з використанням натуральної рослинної добавки із хвої сосни. Методом математичного моделювання та експертної оцінки визначено дозу і раціональне співвідношення хмелю та екстракту із висушеної хвої сосни. Доза гранул хмелю становить 135...140 г на дал сусла і вводиться під час кип'ятіння та виготовлення сусла. Екстракт із хвої з масовою часткою сухих речовин 3,8...3,9% у кількості 300...350 мл на дал пива (або в сухих речовинах 35...40 г) вводиться наприкінці головного бродіння пива.

6. Науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб отримання та збагачення напою масового споживання – крафтового нефільтрованого пива натуральною рослинною добавкою із нетрадиційної рослинної сировини (екстракт із хвої сосни) з антиоксидантними властивостями.

7. Проведена комплексна товарознавча оцінка розробленого крафтового пива, збагаченого фітокомпонентами із хвої сосни, яке від традиційного відрізняється високим вмістом натуральних рослинних БАР, таких як низько- та високомолекулярні фенольні сполуки, ароматичні речовини. Доведено, що розроблене крафтове пиво порівняно з традиційним містить значно більше рослинних БАР, зокрема низькомолекулярних фенольних сполук у 1,5...1,6 разу, поліфенольних (дубильних) речовин – у 1,3...1,4 разу, ароматичних речовин – у 1,5...1,6 разу. Це дозволило не тільки збільшити біологічну цінність нового пива, але й подовжити термін його зберігання у два рази (термін зберігання контрольного пива з хмелем складає 5 діб, а з частковою його заміною на екстракт із хвої сосни – 10...11 діб).

8. Визначено, що вміст токсичних елементів та радіонуклідів у новому пиві менше за ГДК. На біологічних об'єктах доведено зменшення негативного впливу розробленого пива на організм та виявлено, що воно має антиоксидантний потенціал і здатне захищати печінку від негативного впливу алкоголю у своєму складі (більше значення антиоксидантних маркерів: ВГ – на 3,0%, АК – на 32,8%; менше значення прооксидантних маркерів: ДК – на 4,1%, ТБК-реактивів – на 30,6% порівняно з групою тварин, які отримували пиво-контроль).

9. Розроблено та затверджено Технологічну інструкцію до виробництва 10% світлого пива «Смарагд» із рецептурою ТІ 14297558-340:2016 із натуральною рослинною добавкою з нетрадиційної рослинної сировини (екстракт із хвої сосни). Розраховано економічний ефект від упровадження, який полягає в зростанні прибутку від реалізованої продукції (5,99 грн на 1 дал), збільшенні обсягу її реалізації (39,26 грн на 1 дал) та підвищенні рентабельності (3,14%). Рекомендовано відпускну ціну нового продукту за 1 л – 61,66 грн. Розраховано інтегральний показник якості пива «Смарагд», який становить 1,14. Проведено апробацію технології нового продукту у виробничих умовах та вироблено його дослідні партії (ТОВ «Торговий Дім “Деметра”», ТОВ «ТД-ЦЕНТР», ТОВ «ОЛНА»). Результати науково-дослідних робіт упроваджено в освітній процес ХДУХТ.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Актуальність використання рослинної сировини для виробництва слабоалкогольних напоїв // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Х.: ХДУХТ, 2015. Вип. 1 (21). С. 291–299. *Внесок здобувача: проведення аналізу хімічного складу та антиоксидантної активності натуральної рослинної сировини й екстрактів на її основі для виробництва слабоалкогольних напоїв.*

2. Пенкіна Н. М., Татар Л. В., Неміріч О. В. Визначення антиоксидантної активності екстрактів із використанням хмелю, хвої сосни та ялівцю // Харчова промисловість. 2016. № 19. С. 15–18. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз.** *Внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень із визначення антиоксидантної активності рослинних екстрактів із застосуванням різних екстрагентів та узагальнення отриманих результатів.*

3. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Розробка рецептури пива з додаванням хвойного екстракту // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет». Серія «Механіко-технологічні системи та комплекси». 2016. № 7 (1179). С. 85–90. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз.** *Внесок здобувача: проведення теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень із розробки рецептурного складу нового крафтового пива.*

4. Penkina N., Tatar L., Kolesnyk V., Karbivnycha T., Letuta T. Research into quality of beer with the addition of pine needles extract // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 2, № 10 (86). P. 40–48. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз.** *Внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень із визначення показників якості хвойного екстракту та розробленого пива з його додаванням.*

5. Penkina N., Tatar L., Kolesnyk V., Karbivnycha T., Letuta T. The study of beer quality with the reduced toxic effect // EUREKA: Life Sciences. 2017. № 1. P. 35–43. **Стаття у виданні Естонської Республіки.** *Внесок здобувача: проведення теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень із визначення раціонального співвідношення хвої сосни і шишок хмелю та частковою їх заміною в рецептурі нового пива.*

6. Пенкіна Н. М., Татар Л. В., Смольнякова Н. М., Татар О. С. Економічна ефективність виробництва пива та слабоалкогольних напоїв із додаванням рослинної сировини // Молодий вчений. 2017. № 3 (43). С. 819–823. *Внесок здобувача: проведення розрахунків собівартості, узагальненого показника якості, економічної ефективності від виробництва розробленого напівфабрикату та пива з додаванням хвойного екстракту.*

7. Татар Л. В., Пенкіна Н. М. Дослідження токсикологічного впливу пива з додаванням екстракту хвої сосни на організм біологічних об'єктів // Український біофармацевтичний журнал. 2017. № 2 (49). С. 4–8. *Внесок здобувача: проведення теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень із визначення про-антиоксидантних маркерів у гомогенаті печінки тварин після введення розробленого пива з додаванням водного екстракту хвої сосни звичайної.*

8. Penkina N., Tatar L., Odarchenco A., Demchenko V. Main ingredients and their analysis during the beer quality development // Харчова наука і технологія. 2018. Vol. 12, Issue 1. P. 80–86. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз.** *Внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень із визначення показників якості ячмінного солоду, гранул хмелю різних сортів та узагальнення отриманих результатів.*

9. Penkina N., Tatar L. Research of taste and aromatic characteristics of beer with addition of pine extract // Технологічний аудит та резерви виробництва. 2018. № 2 (40). С. 54–60. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз.** *Внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень із визначення якісного та кількісного складу летких смакоароматичних речовин, числа аромату пива з додаванням хвойного екстракту.*

10. Спосіб виробництва пива «Смарагд»: пат на кор. модель 109200, Україна, МПК (2016.01) C12C 12/00 C12C 5/02 (2006.01) / Пенкіна Н. М., Татар Л. В. № u201603312; заявл. 30.03.2016; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 15. 4 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, аналіз та систематизацію результатів, підготовлено заявку на корисну модель.*

11. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Тенденції розвитку слабоалкогольної продукції у сучасному суспільстві // Інноваційний інформаційний простір в освітній і науковій діяльності: проблеми становлення, особливості організації, ефективність та перспективи розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 19–21 листопада 2014 р. / Центрально-Європейський університет. Кошице, 2014. С. 289–292. *Внесок здобувача: досліджено сучасний ринок слабоалкогольної продукції.*

12. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Шишки хмелю та листя хвойних порід дерев у виробництві напоїв // Cutting-edge science – 2015: materials XI International research and practice conference, April 30 – May 7, 2015. Sheffield: Science and education LTD, 2015. Vol. 24. P. 72–75. *Внесок здобувача: дослідження основного компонентного складу хвої сосни, ялівцю та шишок хмелю.*

13. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Розробка рецептури пива з додаванням хвойного екстракту // VĚDA A VZNIK – 2016: materiály XII Mezinárodní vědecko – praktická konference, 22–30 prosinců 2016 roku. Praha: Education and Science s.r.o., 2016. S. 30–36. *Внесок здобувача: обґрунтування основних технологічних процесів виробництва пива з додаванням хвойного екстракту.*

14. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Формування органолептичних властивостей пива з використанням листя хвойних порід дерев // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: тези Міжнар. наук.-практ. конф., 12–13 травня 2016 р. / НУХТ. Київ, 2016. С. 72–74. *Внесок здобувача: обґрунтування доцільності використання екстракту хвої сосни звичайної та хвої ялівцю у виробництві пива.*

15. Татар Л. В., Татар О. С. Дослідження якості пива з додаванням хвойного екстракту // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: тези Всеукр. наук.-практ. конф., 6 квітня 2017 р.: у 2 ч. / ХДУХТ. Харків, 2017. Ч. 1. С. 270. *Внесок здобувача: обґрунтування вибору хвої сосни, як додаткового компонента для виробництва пива.*

16. Пенкіна Н. М., Татар Л. В. Оцінка якості пива з додаванням хвойного екстракту під час зберігання // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези Міжнар. наук.-практ. конф., 18 травня 2017 р.: у 2 ч. / ХДУХТ. Харків, 2017. Ч. 1. С. 191–193. *Внесок здобувача: дослідження якості пива з додаванням хвойного екстракту під час зберігання.*

17. Одарченко А. М., Татар Л. В. Оцінка конкурентоспроможності нового продукту // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2018 р.: у 2 ч. / ХДУХТ. Харків, 2018. Ч. 1. С. 421–422. *Внесок здобувача: визначення конкурентоспроможності пива з додаванням хвойного екстракту.*

АНОТАЦІЯ

Татар Л. В. Формування якості пива з додаванням нетрадиційної рослинної сировини. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.15 – товаровзнавство харчових продуктів. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2019.

Дисертацію присвячено теоретичному та експериментальному виявленню закономірностей комплексного впливу натуральних рослинних ароматичних фітокомпонентів із хвої сосни у формі екстракту на формування споживних властивостей крафтового пива.

Науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб отримання та збагачення крафтового нефільтрованого пива натуральною рослинною добавкою із нетрадиційної рослинної сировини (екстракт із хвої сосни) з антиоксидантними властивостями. Проведено комплексну товаровзнавчу оцінку розробленого пива, збагаченого фітокомпонентами із хвої сосни, яке від традиційного відрізняється високим вмістом натуральних рослинних БАП, таких як низько- та високомолекулярні фенольні сполуки, ароматичні речовини. Це дозволило не

тільки збільшити біологічну цінність нового пива, але й подовжити термін його зберігання у два рази. На біологічних об'єктах доведено зменшення негативного впливу розробленого пива на організм та виявлено, що воно має антиоксидантний потенціал і здатне захищати печінку від негативного впливу алкоголю у своєму складі.

Розроблено і затверджено нормативно-технологічну інструкцію на новий продукт, одержано патент України на корисну модель. Подано дані щодо соціальної та економічної ефективності нової продукції. Результати досліджень упроваджено у виробництво та освітній процес.

Ключові слова: крафтове пиво, хвойний екстракт, хміль, смакоароматичні речовини, фітокомпоненти, дубильні речовини, низькомолекулярні фенольні сполуки.

АННОТАЦІЯ

Татар Л. В. Формирование качества пива с добавлением нетрадиционного растительного сырья. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.15 – товароведение пищевых продуктов. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2019.

Диссертация посвящена теоретическому и экспериментальному выявлению закономерностей комплексного влияния натуральных растительных ароматических фитокомпонентов из хвои сосны в форме экстракта на формирование потребительских свойств крафтового пива.

Научно обоснован и разработан новый способ получения и обогащения крафтового нефильтрованного пива натуральной растительной добавкой из нетрадиционного растительного сырья (экстракт из хвои сосны) с антиоксидантными свойствами. Проведена комплексная товароведная оценка разработанного пива, обогащенного фитокомпонентами из хвои сосны, которое отличается от традиционного высоким содержанием натуральных растительных биологически активных веществ, таких как низко- и высокомолекулярные фенольные соединения, ароматические вещества. Это позволило не только увеличить биологическую ценность нового пива, но и продлить срок его хранения в два раза. На биологических объектах доказано уменьшение негативного воздействия разработанного пива на организм, и выявлено, что оно имеет антиоксидантный потенциал и способно защитить печень от негативного влияния алкоголя в своем составе.

Разработана и утверждена нормативно-технологическая инструкция на новый продукт, получен патент Украины на полезную модель. Представлены данные по социальной и экономической эффективности новой продукции. Результаты исследований внедрены в производство и учебный процесс.

Ключевые слова: крафтовое пиво, хвойный экстракт, хмель, вкусоароматические вещества, фитоконпоненты, дубильные вещества, низкомолекулярные фенольные соединения.

ANNOTATION

L. Tatar. Formation of beer quality with the addition of non-traditional plant materials. – Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.18.15 – Commodity food products. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2019.

The complex of biologically active phytocomponents of dried pine needles is studied in comparison with hop cones, as non-traditional spice-aromatic plant materials used to form beer quality. It is established that their aromatic complex includes unsaturated reaction-active substances such as essential oils, low molecular weight phenolic compounds (chlorogenic acid), polyphenolic (tanning) substances, resins and bitter substances. At the same time, a large content of the listed bioactive supplements (especially low molecular weight and high molecular weight phenolic compounds and essential oils) differs in pine needles 1.5...5 times more than in dried hop cones.

Using mathematical modeling, the optimal parameters of extraction of pine needles extract are determined, the criterion of which is chosen as antioxidant activity. Pine needles extract is made using water as an extractant: from a hydromodule of plant raw materials and water in a ratio of 1:8, grinding to a particle size of 50...250 μm and maintained at a temperature of 60 °C for 30 minutes using further infusion of the extract within 8 hours. It is established that the obtained extract with a solids content of 3.8...3.9% has a refreshing, rich taste and a pronounced aroma of needles, in appearance it is a clear golden liquid.

It is revealed that the extract from the needles contains a biological complex, which consists of low molecular weight phenolic compounds (chlorogenic acid) in the amount of 289.4 mg per 100 ml of extract, flavonol glycosides (for rutin) 194.2 mg per 100 ml in extract, polyphenolic (tannins) 237.8 mg in 100 ml of extract and bitter substances 12.1 mg in 100 ml of extract.

The method of gas chromatography is used to study the component composition of flavoring substances from pine needles plant extract, which forms the specific taste and aroma of needles and beer made with its use. It is found that most of the extract contains limonene ether (retention time – 14.866 minutes), which forms a lemon flavor, also terpenes, such as pinene (retention time – 16.411 minutes), borneol (retention time – 11.444 units) are present in significant amounts of coniferin (retention time – 10.882 min.) Borneol and coniferin have the aroma of pine needles and wood. In addition, picein glycoside is detected (retention time – 8.477 units), which forms a bitter taste.

A new method for production and enrichment of craft (unfiltered) beer with natural plant additive from non-traditional plant raw materials (pine needle extract) with antioxidant properties is scientifically substantiated and developed.

The tasting assessment shows that the developed drink has a clean, fermented, malt taste, with a pronounced hop bitterness, refreshing coniferous tone and light aroma of pine needles.

It is established that the mass fraction of dry substances in the beer "Emerald" is 10.3%, in the control – 10.0%, the mass fraction of ethyl alcohol is 2.9% and 3.0%, acidity 1.7 cm³, 0.1 mol/dm³ of sodium hydroxide solution per 100 cm³ of beer and 1.8 cm³, 0.1 mol/dm³ of sodium hydroxide solution per 100 cm³ of beer, respectively. The color of the beer "Emerald" is 1.2 cm³, 0.1 mol/dm³ of iodine solution per 100 cm³ of water, mass fraction of carbon dioxide – 0.4%.

It is determined that the content of toxic elements in beverages is less than the maximum permissible concentration. The results of the study of microbiological indicators indicate that no pathogenic microorganisms and bacteria of the coliform group are detected in beer.

The composition of the volatile flavoring substances of beer is investigated by gas chromatography. It is established that the beer "Emerald" contains butene acid (0.000087656 mg/100 ml), acetic acid (0.0007033775 mg/100 ml), isopentanol (0.002270767 mg/100 ml), pentanal (0.0003148061 mg/100 ml), diethylamine (0.0001840857 mg/100 ml), methyl ether (0.000485071 mg/100 ml), ethyl ether (0.0000120535 mg/100 ml), tetraalcohol (0.0000698093 mg/100 ml). Additionally, the following substances are identified: cyclobutyl alcohol (0.0000323096 mg/100 ml), methyl butane (0.0000198783 mg/100 ml), methyl hydrogen sulfate (0.000086374 mg/100 ml), butanoic acid (0.0000116806 mg/100 ml). In total, 38 flavoring components is identified in the Emerald beer, the beer control has 32 components that are formed as a result of fermentation.

For a full assessment of the severity of aroma of developed beer the number of aroma is determined. The total content of substances responsible for the aroma of the new beer is 1.5–1.6 times more than in the traditional (control – 2170 ml Na₂S₂O₃/100 ml, "Emerald" – 3361 ml Na₂S₂O₃/100 ml).

A comprehensive commodity assessment is done for the developed craft beer, enriched with phytocomponents from pine needles, which is from the traditional (with hops), it has a high content of natural plant biologically active substances, such as low and high molecular weight phenolic compounds, aromatic substances. It is established that the developed craft beer compared with the traditional (control) contains significantly more plant biologically active substances, in particular, low molecular weight phenolic compounds 1.4–1.5 times (control – 90.6 mg/100 ml, "Emerald" – 133.8 mg/100 ml), polyphenolic (tanning) substances – 1.3–1.4 times (control – 153.9 mg/100 ml, "Emerald" – 114.3 mg/100 ml). This allows not only to increase the biological value of the new beer, but also to extend its shelf life by half.

Reduction of the negative effect of beer on the body is proven on biological objects and it is established that it has antioxidant potential and is able to protect the liver from the negative effect of alcohol in its composition under normal conditions (high values of antioxidant markers: restored glutathione – by 3.0%, catalase activity

– by 32.8%; smaller pro-oxidant: diene conjugates – by 4.1%, thiobarbiturum reactants – by 30.7% compared with the group of animals that received beer control).

The technology instruction for a new product is developed and approved, a patent of Ukraine for a utility model is obtained. Data on the social and economic efficiency of new products are presented. The research results are implemented in the production and educational process.

Keywords: craft beer, pine needles extract, hop, flavoring substances, phytocomponents, tannins, low molecular weight phenolic compounds.

Автор висловлює подяку доктору технічних наук, професору, заслуженому діячу науки і техніки України, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки Павлюк Раїсі Юріївні за допомогу і наукові консультації.

Підписано до друку 11.04.2019 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк офс.
Умов. друк. арк. 1,4. Тираж 130 прим. Замовл. № 19042204

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ», ФО-П Миронов М.В.,
м. Харків, вул. Мистецтв, 3 літер Б-1.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ВО 4 № 022953