ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЯ

УДК 663.41

Н. М. ПЕНКІНА, Л. В. ТАТАР

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ПИВА З ДОДАВАННЯМ ХВОЙНОГО ЕКСТРАКТУ

Запропоновано розробку рецептури пива з додаванням нетрадиційної рослинної сировини та побудовано математичну модель із метою прогнозування вмісту хмелю та хвої сосни звичайної. Доведено доцільність часткової заміни хмелю на хвою сосни звичайної та визначено вплив цих інгредієнтів на органолептичні показники і вміст дубильних речовин у готовому продукті. Установлено співвідношення складових рецептури, які забезпечили максимальне наближення до заданих показників розробленого пива. Визначено хімічний склад розробленого пива.

Ключові слова: пиво, екстракт, хвоя, хміль, дубильні речовини, математична модель.

Предложена разработка рецептуры пива с добавлением нетрадиционного растительного сырья, построена математическая модель с целью прогнозирования содержания хмеля и хвои сосны обыкновенной. Доказана целесообразность частичной замены хмеля на хвою сосны обыкновенной и определено влияние этих ингредиентов на органолептические показатели и содержание дубильных веществ в готовом продукте. Установлено соотношение составляющих рецептуры, которые обеспечили максимальное приближение к заданным показателям разработанного пива. Определен химический состав разработанного пива.

Ключевые слова: пиво, экстракт, хвоя, хмель, дубильные вещества, математическая модель.

Hop responsible for the characteristic taste and aroma of beer, but recent research scientists give reason to believe the negative impact of hops in the human body. Partial replacement hops on plant material or extracts in the manufacture of beer positive impact on the quality of the finished drink because it is a source of natural antioxidants and reduces the negative effects of alcohol.

The goal is to develop formulations of beer with hops partial replacement needles on pine that provide high biological value drinks and significantly reduce the negative impact of hops in the human body.

Built beer recipes regression model with the addition of pine extract, the correlation components of the formulation that makes it possible to get a drink of high biological value with pronounced hop bitterness and a refreshing pine tone and partial replacement of pine needles hops will reduce the cost of the finished beer.

The expediency of partial replacement hops on needles of pine and the influence of these ingredients on the organoleptic properties and the content of tannins in the finished product. It is established that the content of pine needles in terms of sublimated substance can not be more than 20 % by weight of the estimated norm hop, enough to preserve the bitterness and aroma hops.

Keywords: beer, extract, pine needles, hop, tannins, mathematical model.

Вступ. Останнім часом усе більше уваги приділяється збереженню здоров'я населення та безпечності харчових продуктів, а конкуренція на споживчому ринку, що постійно зростає, вимагає підвищення якості пива. Пиво – єдиний алкогольний напій, що містить хмільну гіркоту, яка активізує виділення шлункового соку та пригнічує небажану дію алкоголю в пиві. Хміль відповідає за характерний смак і аромат пива, але результати останніх досліджень вчених дають підставу стверджувати, що він негативно впливає на організм людини [1–2].

Пиво з додаванням прянощів і лікарських трав відоме давно. Додавання деяких спецій дозволяло приховувати сторонні присмаки та подовжувати термін зберігання пива. Трави слугували заміною хмелю, надаючи пиву невеликої гіркоти й терпкості. Зараз існує близько тисячі сортів пива, в яких спеції та трави використовують для отримання хмільного напою з незвичними смаковими властивостями й ароматом. Отже, рослинна сировина, яка є джерелом природних антиоксидантів, має високу харчову та біологічну цінність і може бути використана як альтернатива хмелю.

Сьогодні, перш ніж налагодити виробництво нового продукту, обов'язково проектується його рецептура. Розробка та вдосконалення рецептур нових сортів пива пов'язані з дослідженням співвідношення вмісту окремих компонентів у готовому продукті. У ході вирішення цієї проблеми сукупність вимог до якості продукції формується у вигляді набору обмежень, які стосуються елементів хімічного складу сировини. Отже, побудова математичної моделі для визначення впливу вмісту зазначених інгредієнтів на якість готового продукту і встановлення на її основі потрібних співвідношень, що забезпечать задані показники якості, є актуальними завданнями і дозволить отримати напій із високими антиоксидантними й органолептичними показниками та розширити асортимент ринку напоїв.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Одним зі шляхів вирішення зазначеної вище проблеми є розробка вченими способу виробництва оздоровчого пива, за якого рекомендується частину хмелю замінити на рослинні екстракти. Кількість екстракту женьшеню в пиві складає 0,01–0,15 мас %, хвойного екстракту – 0,01–0,02 мас %, кореню дикого ланцетника – 0,005–0,01 мас %. Рисове пиво має оригінальний смак і аромат, а часткова заміна хмелю призведе до зменшення його негативного впливу на організм людини [3].

Відомий спосіб виробництва пива з додаванням соснової добавки, при цьому частка хмелю складає 0,08-0,1 %, а соснової добавки до 0,8% пивного сусла. Добавку, приготовану з порошку соснової кори, шишок та хвої сосни вводять на стадії кип'ятіння з хмелем. Це дозволяє поліпшити смакові властивості пива та підвищити біологічну цінність й лікувальні властивості готового напою [4].

© Н. М. Пенкіна, Л. В. Татар. 2016

Математичне моделювання широко використовується в харчовій промисловості для знаходження рецептур продуктів що забезпечують задані показники якості. Результати останніх досліджень доводять ефективність альтернативного способу проектування рецептури з наперед заданою низкою вимог до харчової та біологічної цінності інгредієнтів. На основі натурального вітамінно-мінерального комплексу рослинної сировини ученими математично змодельована рецептура травного квасу із певними параметрами біохімічного складу [5].

Також у фаховій літературі представлено системне математичне моделювання, оптимізація рецептур багатокомпонентних продуктів та моделювання в технології напоїв [6]. Отже, саме розширення можливостей оптимізації програмних засобів дозволить вийти на якісно новий рівень у розробці безпечних продуктів із високою біологічною цінністю з додаванням рослинної сировини.

Ціль та задачі дослідження. Метою роботи є розробка рецептури пива з частковою заміною хмелю на хвою сосни звичайної, що забезпечить високу біологічну цінність напою та вірогідно зменшить негативний вплив хмелю на організм людини. Знаходження кількісних співвідношень хмелю та хвої сосни звичайної в рецептурі пива шляхом математичного моделювання встановить максимальне наближення до показників якості готового продукту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Визначити в рецептурному складі пива кількісне співвідношення хмелю та хвої сосни за допомогою варіювання їх концентрацій із метою зниження негативної дії хмелю на організм людини;

2. Установити раціональне співвідношення вмісту хвої сосни звичайної та хмелю;

3. Раціоналізувати співвідношення зазначених інгредієнтів відповідно до заданих показників якості пива із додаванням хвойного екстракту.

Матеріали та методи дослідження часткової заміни в рецептурі пива хмелю на хвою сосни звичайної. Особливістю розв'язання задачі з часткової заміни хмелю на хвою сосни звичайної є те, що необхідно використовувати канонічну форму поліному, яка була введена Шефе [7]. Інші інгредієнти рецептури пива є незмінними. У цьому випадку за відсутності повної інформації про механізм впливу різних концентрацій хвої та хмелю на показники готового продукту доцільно обрати симплекс-ґратковий план.

Об'єкт дослідження – пиво з додаванням водного екстракту хвої сосни звичайної. Пиво належить до групи алкогольних напоїв із вмістом етилового спирту від 0,5 відсотка об'ємних одиниць.

Технологічний процес виробництва пива складається з приготування затору, його оцукрювання, фільтрування, кип'ятіння сусла, охолодження і внесення дріжджів, бродіння сусла, доброджування молодого пива і розливу готового пива.

Пиво – досить поширений напій у багатьох країнах світу, що має попит завдяки своїм смаковим характеристикам і аромату. Проте дія хмільного напою на організм людини передбачає помірне його споживання.

Часткова заміна хмелю на рослинну сировину або її екстракти під час виробництва пива позитивно вплине на якість готового напою, оскільки вона є джерелом природних антиоксидантів і знижує негативну дію алкоголю [8, 9].

Розв'язання задачі побудови плану експерименту для двокомпонентних інгредієнтів здійснювали у два етапи:

– побудова математичної моделі, яка буде відтворювати залежності між змінними, що досліджуються, і показниками якості готового продукту;

– знаходження співвідношення вмісту хвої сосни звичайної та хмелю, що забезпечує максимальне наближення значення кожного показника якості готового продукту до бажаних значень.

Суть розробленого нами способу виробництва пива полягає в наступному. Пиво готували за класичною технологією та вносили хвойний екстракт на стадії головного бродіння сусла. Водний екстракт хвої сосни звичайної додавали за нормою 600–620 мл / дал сусла та збродживали пивними дріжджами низового бродіння. Головне бродіння проводили до вмісту видимого екстракту 2,5–2,8 %. Бродіння та доброджування пива тривало не менше ніж 25 діб.

Хвоя сосни звичайної (Pinus sylvestris) містить не менше ніж 200 мг % потужного антиоксиданту вітаміну С (у зимовий період до 600 мг %), 350–360 мг % жиророзчинного вітаміну Е (токоферол). Не менш важливим антиоксидантом є провітамін А (каротин), який міститься у хвої сосни в кількості 140–320 мг %. Важливими компонентами хвої сосни є флавоноїди (рутин, кварцетин та його глікозиди), які мають імуностимулюючі, імуномоделюючі та антиоксидантні властивості. Флавоноїди разом із вітамінами беруть участь у підтримці функції антиоксидантного захисту організму. Фітонциди, що входять до складу хвої є важливими антимікробними речовинами; вони, містять ефірні олії – суміші летких ароматичних сполук. Отже, окрім часткової заміни хмелю, використання обраної сировини дозволить отримати пиво, збагачене БАР, із новими оригінальними смаковими властивостями та з меншою токсичною дією на організм людини [10].

Результати дослідження часткової заміни в рецептурі пива хмелю на хвою сосни звичайної. Визначення раціональних значень рецептури пива з додаванням хвойного екстракту з метою часткової заміни хмелю є складним технологічним завданням, тому його вирішення проведено на основі сучасних методів дослідження, до яких у першу чергу належать методи математичного моделювання. Однак, беручи до уваги те, що жодної попередньої інформації про механізм впливу різних концентрацій хвої сосни та хмелю на показники готового продукту немає, доцільно обрати симплекс-ґратковий план побудови експерименту. Крім того, за рахунок використання сучасної теорії планування експерименту, що полягає в проведенні цілеспрямованих дослідів, зменшено кількість експериментів та загальний термін проведення досліджень.

У нашій роботі при виборі додаткового компонента для виробництва пива ми керувалися високими антиоксидантними властивостями хвої сосни звичай-

ної та її хімічним складом, який найбільш наближений до складу хмелю (поліфенольні, гіркі та пектинові речовини, ефірні олії тощо) [10].

Найважливішими для пивоваріння поліфенолами є флавоноли, катехіни й антоціаногени, які впливають на його органолептичні властивості. Помутніння пива вбільшості випадків супроводжується поступовим погіршенням його аромату та смаку [11]. Поліфенольні (дубильні) речовини, які беруть участь в утворенні колоїдного помутніння в пиві, переходять із солоду і хмелю в сусло, а потім у пиво. За сучасними уявленнями поліфеноли солоду і хмелю значною мірою визначають смак, колір, пінисті властивості пива, а також схильність готового напою до колоїдного помутніння. Колоїдні помутніння утворюють головним чином антоціаногени, що містяться в хмельових і солодових дубильних речовинах [12]. Отже, небезпека виникнення помутніння в пиві зростає із збільшенням дози хмелю. Тому було створено два вектори для оцінки якості готового продукту: за органолептичними показниками та за вмістом дубильних речовин.

Задача побудови плану експерименту для двокомпонентних сумішей полягає в пошуку координат точок плану $x_{iu} = (x_{1u}, x_{2u})$ за таких умов:

$$\sum_{i=1}^{2} x_{1u} = 1, \quad x_{iu} \geq 0 \quad (i = 1,2 \quad u = 1,2,\ldots,N), \qquad (1)$$

де N – кількість точок планування.

Питання, яке необхідно вирішити при побудові математичної моделі – це задати її порядок. Беручи до уваги, що жодної попередньої інформації про характер залежності між заданими величинами x_1 (кількість хвої сосни) та x_2 (кількість хмелю) немає, пропонуємо для показника якості готового продукту математичну модель четвертого порядку, яка має такий вигляд:

$$\hat{y}(x_1, x_2) = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + \\ + a_4 x_1 x_2 (x_1 - x_2) + + a_5 x_1 x_2 (x_1 - x_2)^2. \qquad (2)$$

За практичної реалізації з метою зменшення кількості дослідів використовують насичене планування. При цьому матриця планування є квадратною і визначник інформаційної матриці дорівнює квадрату визначника X. Під час проведення експериментів із метою підвищення точності моделювання необхідно в кожній точці дослідження робити два вимірювання.

Друге питання, яке повинно бути вирішити, – це визначення діапазону зміни вхідних компонентів з урахуванням рівняння (1). З огляду на результати раніше проведених досліджень рецептурного складу можна зробити висновок, що відносна кількість частки хвої сосни не може бути більше 0,3 від частки хмелю. Це обмеження обумовлено результатами попередніх досліджень готового продукту за показниками органолептики. Перевищення частки хвої більш ніж на 0,3 призводить до суттєвого погіршення якості пива.

Екстракт хвої сосни звичайної додавали в пивне сусло на стадії головного бродіння, ураховуючи літературні дані, оскільки це дає мінімальну втрату ароматичних речовин. З огляду на зазначене були запропоновані числові дані, наведені у табл. 1. Під час їх вибору були враховані рекомендації загального характеру, притаманні проведенню подібних досліджень [13].

За результатами проведення дослідів створено два вектори для оцінки якості готового продукту (табл. 2): $У_1$ – оцінка за органолептичними показниками (за 25 бальною шкалою), $У_2$ – оцінка за вмістом дубильних речовин (мг/дм^3) – та побудовано матрицю двофакторного експерименту.

Таблиця 1 – Числові дані проведення експерименту

№ досліду	1	2	3	4	5	6	7
X_1	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,12	0,22
X_2	1	0,9	0,85	0,8	0,75	0,88	0,78

Таблиця 2 – Результати досліджень

Показник	Номер досліду				
	1	2	3	4	5
$У_1$	24,0	24,0	24,8	24,5	22,6
$У_2$	239,0	236,0	232,0	229,0	225,0

У ході дослідження було знайдено такі значення коефіцієнтів:

$$a1^T = (1.237\times10^3 \ldots 24 - 2.473\times10^3 \ldots - 2.18\times10^3 \ldots - 966.667), \\ a2^T = (-1.111\times10^4 \ldots 239 \ldots 2.132\times10^4 \ldots 1.52\times10^4 \ldots 5.333\times10^3). \qquad (3)$$

Коефіцієнти моделі знаходили за формулою:

$$a_i = (F^T F)^{-1} F^T Y_i, \qquad (4)$$

де F – матриця експерименту, побудована на основі даних табл. 1.

Розв'язання задачі щодо знаходження співвідношення вмісту хмелю та хвої сосни для забезпечення потрібних показників якості базується на використанні методів багатокритеріальної оптимізації [7]. Це означає, що треба знайти таке співвідношення хмелю та хвої, яке забезпечить максимальне наближення до заданих значень за певним критерієм наближення. Вибір найкращого критерію обумовлено особливостями технологічного процесу. У більшості випадків використовують критерій найменших квад-

ратів, бо він дає можливість наблизитися до заданого значення без урахування можливих великих відхилень від заданих значень на малому інтервалі коливань значень параметрів технологічного режиму. Тому за критерій наближення до показників якості продукту було обрано такий критерій:

$$q = (y_{iз} - y_i)^2, \qquad (5)$$

де y_i – показник якості, значення якого визначається за результатами обчислення математичної моделі; $y_{iз}$ – заданий показник якості відповідного параметра.

Для визначення співвідношень хвої та хмелю для знаходження максимального значення показника органолептики та мінімального значення вмісту дубильних речовин були використані відповідні програми пакета MathCAD.

Обговорення результатів дослідження часткової заміни в рецептурі пива хмелю на хвою сосни звичайної. У ході розрахунків було встановлено, що оптимальні значення відповідно критеріїв якості не відповідають єдиному сполученню вхідних параметрів технологічного процесу. Так, максимальне значення за органолептикою забезпечувалося при x_1 = 0,165, x_2 = 0,835. Мінімальне значення за дубильними речовинами забезпечувалося при x_1 = 0,25, x_2 = 0,75.

Фрагмент програми MathCAD із відповідними формулами та результатами виконаних розрахунків наведено нижче.

Позначення M1 означає кількісний показник з органолептики, M2 – кількісний вміст дубильних речовин. Загальний вигляд математичної моделі для органолептичних показників та вмісту дубильних речовин (поліном Шефе) наведено на рис. 1, 2.

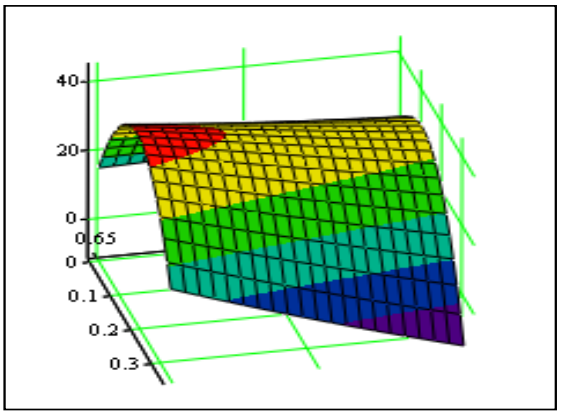

Рис. 1 – Загальний вигляд математичної моделі органолептичних показників (поліном Шефе)

Для знаходження остаточних значень вмісту показників хвої та хмелю необхідно об'єднати ці критерії в один комплексний критерій, за результатами розрахунків якого можна знайти такі співвідношення параметрів хвої сосни та хмелю, які дозволять максимально наблизитися до заданих значень. За доцільні значення було обрано оптимальні значення показників якості, що були визначені програмою розрахунків за математичною моделлю.

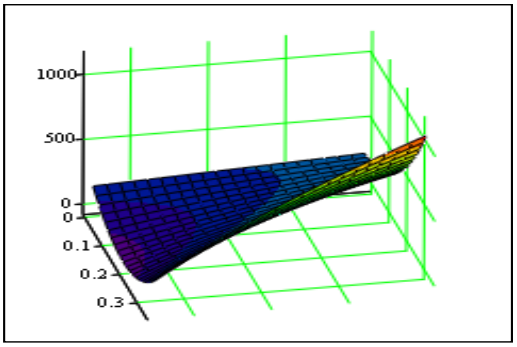

Рис. 2 – Загальний вигляд математичної моделі вмісту дубильних речовин (поліном Шефе)

Фрагмент розрахунків програми MathCAD наведено на рис. 3

$x1 := 0.15 \quad x2 := 0.5$

Given $\quad 0 \le x1 \le 0.35 \quad 0.65 \le x2 \le 1 \quad x1 + x2 = 1$

$P1 := \text{Maximize}(M1, x1, x2) \quad P1 = \begin{pmatrix} 0.165 \\ 0.835 \end{pmatrix} \quad M1(P1_1, P1_2) = 24.859$

$P1 := \text{Maximize}(M1, x1, x2) \quad P1 = \begin{pmatrix} 0.165 \\ 0.835 \end{pmatrix} \quad M1(P1_1, P1_2) = 24.859$

$x1 := 0.15 \quad x2 := 0.5$

Given

$0 \le x1 \le 0.25 \quad 0.65 \le x2 \le 1 \quad x1 + x2 = 1$

$P2 := \text{Minimize}(M2, x1, x2) \quad P2 = \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.75 \end{pmatrix} \quad M2(P2_1, P2_2) = 225$

Рис. 3 – Фрагмент розрахунків програми MathCAD

Отже, необхідно одночасно мінімізувати два критерії показників якості готової продукції. За узагальнений критерій якості було обрано критерій, який наведено на рис. 4 у вигляді фрагмента програми MathCAD.

$$Q(x1, x2) := \sum_{i=1}^{2} \left[(24.86 - Y1(x1, x2))^2 + (225 - Y2(x1, x2))^2 \right]$$

Рис. 4 – Узагальнений критерій якості

Числові значення – це бажані значення показників якості готового продукту. Остаточно формула, за якою визначатимуть параметри продукту та результати обчислення наведені на рис. 5 у вигляді фрагмента програми MathCAD.

$$R2 := \text{Minimize}(Q, x1, x2) \qquad R2 = \begin{pmatrix} 0.192 \\ 0.808 \end{pmatrix}$$

$$M1(R2_1, R2_2) = 24.651 \qquad M2(R2_1, R2_2) = 229.462$$

Рис. 5 – Остаточна формула визначення параметрів продукту

Для знаходження числових значень співвідношення кількості хвої та хмелю була використана стандартна програма Minimize пакета MathCAD. Остаточні значення рецептури є такими: $x_1 = 0,2$; $x_2 = 0,8$.

Отже, вміст хвої сосни в перерахунку на сублімовану речовину становить не більше ніж 20 % за масою від розрахункової норми хмелю, що достатньо для збереження гіркоти та аромату хмелю.

На заключному етапі проведено визначення складу речовин розробленого пива з додаванням хвойного екстракту (табл. 3).

Таблиця 3 – Склад речовин, що містяться в 1 л пива

Речовина	Вміст, мг	Рівень забезпечення добової потреби, %
1	2	3
Вуглеводи, г	34,5	34,5
Білок, г	4,2	5,3
B_1 (тіамін)	0,033	2,4
B_2 (рибофлавін)	0,31	19,4
B_6 (піридоксин)	0,62	32,6
С (аскорбінова кислота)	35,2	35,2
Н (біотин)	0,005	3,3
Нікотинова кислота	7,8	43,3
Фолієва кислота	0,03	5,0
Пантотенова кислота	1,1	18,3
Мінеральні речовини		
Калій	480,0	24,0
Фосфор, г	0,22	27,5
Магній	89,0	22,3
Кальцій	70,5	5,9

Рецептурний склад пива забезпечує 35,2 % добової потреби у вітаміні С. Вміст мінеральних речовин у розробленому пиві не перевищує їх добової норми споживання і знаходиться в межах норми.

Висновки

1. Побудовано регресійну модель рецептури пива з додаванням хвойного екстракту, установлено співвідношення складових рецептури, що дає можливість отримати напій із високою біологічною цінністю, а часткова заміна хмелю хвоєю сосни звичайної веде до зниження собівартості готового пива.

2. Наступна експериментальна перевірка отриманих значень рецептури підтвердила їх доцільність і можливість використання на виробництві ТОВ «ОЛНА», м. Харків. Затверджено Технологічну інструкцію до виробництва 10% світлого пива «Смарагд» із рецептурою, ТІ 14297558-340:2016.

3. Розроблена рецептура пива може застосовуватися на підприємствах пивоварного виробництва, оскільки для реалізації не потребує жодних додаткових засобів, а запропонована додаткова сировина є в достатній кількості на території Східного регіону України та широко використовується в традиційній та народній медицині.

Список літератури:

1. *Nicolic, D.* Metabolism of 8-prenylnaringenin, a potent phytoestrogen from hops (Humulus lupulus), by human liver microsomes [Text] / *D. Nicolic* // Drug Metabolism and Disposition. – 2004. – Vol. 32, № 2. – P. 272–279. doi: 10.1124/dmd.32.2.272
2. *Stampfer, M. J.* Effects of Moderate Alcohol Consumption on Cognitive Function in Women [Text] / *M. J. Stampfer, J. H. Kang, J. Chen, R. Cherry, F. Grodstein* / New England Journal of Medicine. – 2005. – № 352 (3). – P. 245–253. doi: 10.1056/NEJMoa041152
3. Manufacturing method of health enhancing beer [Electronic resource]: Patent Korea KR20030020339A, Classification C12C12/00 / *Duk K. K., Gi J. K.*; assignee: Duk Ki Kim, Gi Jun Kim. – № 10-2003-0007254; filed 02.05.2003; pablished 03.08.2003. – Available at: \www/URL: https://patents.google.com/patent/KR20030020339A
4. Pine-juice beer and its brewing method [Electronic resource]: Patent China CN101024802B, Classification C12C11/00, C12C5/00 / *W. Xiaomei, Y. Shengyuan*. – № 200610009715.9; filed 17.02.2006; pablished 12. 05.2010. – Available at: \www/URL: https://www.google.com/patents/CN101024802B?cl=en&hl=ru
5. *Заворохина, Н. В.* Моделирование рецептуры травных квасов [Текст] / *Н. В. Заворохина, О. В. Чугунова, В. М. Позняковский* // Пиво и напитки. – 2012. – № 6. – С. 12–14.
6. *Мусина, О. Н.* Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания [Текст] / *О. Н. Мусина, П. А. Лисин* // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4 (27). – С. 32–37.
7. *Montgomery, D. C.* Introduction to Linear Regression Analysis, 5th edition [Text] / *D. C. Montgomery, E. A, Peck, G. G. Vining*. – New Jersey: A John Wiley & Sons, 2013, – 672 p.
8. *Косминский, Г. И.* Разработка технологии новых сортов пива на основе пряно-ароматического сырья [Текст] / *Г. И. Косминский, Е. А. Козлова, Н. Г. Царева* // Пищевая промышленность: наука и технология. – 2011.– № 4 (14). – С. 11–15.
9. *Данилова, Л. А.* Антиоксиданты из растительного сырья в технологии стабилизации пива [Текст] / *Л. А. Данилова, А. Е. Мелетьев, Т. А. Березка, Т. В. Арутюнян* // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2013. – № 4/10 (64). – С. 23–26. – Режим доступа: http://journals.uran.ua/eejet/article/view/16308/13831
10. *Пенкіна, Н. М.* Шишки хмелю та листя хвойних порід дерев у виробництві напоїв [Електронный ресурс] / *Н. М. Пенкіна, Л. В. Тамар*. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/17_PN_2015/Chimia/5_194480.doc.htm
11. *Rovaletti, M. M. L.* Polysaccharides influence on the interaction between tannic acid and haze active proteins in beer [Text] / *M. M. L. Rovaletti, E. I. Benítez, N. M. J. Martinez Amezaga, N. M. Peruchena, G. L. Sosa, J. E. Lozano*, // Food Research International. – 2014. – № 62. – P. 779–785. doi:10.1016/j.foodres.2014.03.017
12. *Kunze, W.* Texnology Brewing and Malting [Text] / *W. Kunze*. – Berlin: VLB, 2014. – 960 p.
13. *Николаева, С. В.* Решение оптимизационной задачи составления рецептурной смеси при неопределённости целевого критерия [Текст] / *С. В. Николаева* // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 11. – С. 57–59.

Bibliography (transliterated):

1. Nikolic, D. (2004). Metabolism of 8-prenylnaringenin, a potent phytoestrogen from hops (humulus lupulus), by human liver microsomes. Drug Metabolism and Disposition, 32 (2), 272–279. doi: 10.1124/dmd.32.2.272
2. Stampfer, M. J., Kang, J. H., Chen, J., Cherry, R., Grodstein, F. (2005). Effects of Moderate Alcohol Consumption on Cognitive Function in Women. New England Journal of Medicine, 352 (3), 245–253. doi: 10.1056/NEJMoa041152
3. Duk, K. K., Gi, J. K.; assignee: Duk Ki Kim, Gi Jun Kim. (02.05.2003). Manufacturing method of health enhancing beer. Patent Korea KR20030020339A, Classification C12C12/00. Appl. № 10-2003-0007254. Filed 02.05.2003. Available at: https://patents.google.com/patent/KR20030020339A
4. Xiaomei, W., Shengyuan, Y. (12.05.2010). Pine-juice beer and its brewing method. Patent China CN101024802B, Classification C12C11/00, C12C5/00. Appl. № 200610009715.9. Filed 17. 02.2006. Available at: https://www.google.com/patents/CN101024802B?cl=en&hl=ru
5. Zavorohina, N. V., CHugunova, O. V., Poznyakovskii, V. M. (2012). Modelirovanie receptury travnyh kvasov. Pivo i napitki, 6, 12–14.
6. Musina, O. N., Lisin, P. A. (2012). Sistemnoe modelirovanie mnogokomponentnyh produktov pitaniya. Tehnika i tehnologiya pishchevyh proizvodstv, 4 (27), 32–37.
7. Vontgomery, D. C., Peck, E. A., Vining, G. G. (2013). Introduction to Linear Regression Analysis, 5th edition. New Jersey: A John Wiley & Sons, 672.
8. Kosminskii, G. I., Kozlova, E. A., Careva, N. G. (2011). Razrabotka tehnologii novyh sortov piva na osnove pryano-aromaticheskogo syr'ya. Pishchevaya promyshlennost': nauka i tehnologiya, 4 (14), 11–15.
9. Danilova, L. A., Melet'ev, A. E., Berezka, T. A., Arutyunyan, T. V. (2013). Antioxidants from plant materials in the technology of beer stabilization. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 4(10(64)), 23–26. Available at: http://journals.uran.ua/eejet/article/view/16308/13831
10. Penkina, N. M., Tatar, L. V. (2015). Hop cones and leaves of coniferous trees in the production of beverages. Available at: http://www.rusnauka.com/17_PN_2015/Chimia/5_194480.doc.htm
11. Rovaletti, M. M. L., Benítez, E. I., Martinez Amezaga, N. M. J., Peruchena, N. M., Sosa, G. L., Lozano, J. E. (2014). Polysaccharides influence on the interaction between tannic acid and haze active proteins in beer. Food Research International, 62, 779–785. doi:10.1016/j.foodres.2014.03.017
12. Kunze, W. (2014). Texnology Brewing and Malting, Berlin: VLB, 960.
13. Nikolaeva, S. V. (2006). Reshenie optimizacionnoj zadachi sostavleniya recepturnoj smesi pri neopredelyonnosti celevogo kriteriya. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ia, 11, 57–59.

Надійшла (received) 13.02.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Розробка рецептури пива з додаванням хвойного екстракту/ Н. М. Пенкіна, Л. В. Татар // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 7(1179). – С. 85–90.– Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2079-5459.

Разработка рецептуры пива с добавлением хвойного экстракта/ Н. М. Пенкіна, Л. В. Татар // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 7(1179). – С. 85–90.– Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2079-5459.

Modeling of beer recipe with the addition of pine extract/ Penkina N., Tatar L //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – № 7 (1179).– P. 85–90. – Bibliogr.: 13. – ISSN 2079-5459.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Пенкіна Наталія Михайлівна – Кандидат технічних наук, Харківський державний університет харчування та торгівлі, доцент кафедри "Товарознавства в митній справі"; вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e–mail: penkina-nataliya@rambler.ru

Татар Лариса Василівна – Харківський державний університет харчування та торгівлі, асистент кафедри "Товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки"; вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051; e-mail: tornado.1972@mail.ru.

Пенкина Наталия Михайловна – Кандидат технических наук, Харьковский государственный университет питания и торговли, доцент кафедры "Товароведения в таможенном деле"; ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051; e–mail: penkina-nataliya@rambler.ru

Татар Лариса Васильевна – Харьковский государственный университет питания и торговки, ассистент кафедры "Товароведения, управления качеством и екологической безопасности"; ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Україна, 61051; e-mail: tornado.1972@mail.ru.

Penkina Natalia – Candidate of Technical Sciences, Associate, Kharkov State University of Food Technology and Trade, Department of merchandise in customs; str. Klochkovskaya, 333, Kharkov, Ukraine, 61051; e–mail: penkina-nataliya@rambler.ru.

Tatar Larisa – Kharkov State University of Food Technology and Trade, Assistant Department of Commodity, quality management and environmental safety; str. Klochkovskaya, 333, Kharkov, Ukraine, 61051; e–mail: tornado.1972@mail.ru.