

УДК 663.837.1

doi:10.20998/2413-4295.2016.18.25

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГІРКИХ НАСТОЯНОК ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Н. В. ПОПОВА<sup>\*1</sup>, Т. Г. МИСЮРА<sup>2</sup>, А. В. РИБАЧОК<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ, УКРАЇНА

<sup>2</sup>Кафедра процесів і апаратів харчових виробництв, Національний університет харчових технологій, м. Київ, УКРАЇНА

\*e-mail: natalkn@mail.ru

**АНОТАЦІЯ** В статті представлено новий спосіб виробництва гірких настоянок, який полягає в екстрагуванні водою пряно-ароматичної сировини з подальшим концентруванням екстрактів та купажуванні з водно-спиртовою сумішшю. Режими виробництва уточнювалися за допомогою експериментально-статистичних методів математичного моделювання. Було підібрано оптимальні режими проведення процесу екстрагування сировини для отримання основних складових настоянки та забезпечення її високої якості. При цьому готова настоянка проявлятиме загальнозміцнюючий ефект на організм людини та матиме короткі терміни виробництва.

**Ключові слова:** гіркі настоянки, процес екстрагування, гідромодуль, тривалість, вітамін С, фенольні сполуки, математико-статистичні методи дослідження.

## IMPROVEMENT TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF BITTER TINCTURES THROUGH THE MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS OF RESEARCHES

Н. ПОПОВА<sup>\*1</sup>, Т. МИСЮРА<sup>2</sup>, А. РЫБАЧОК<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Foodstuff Expertise, National University of Food Technologies, Kyiv, UKRAINE

<sup>2</sup>Department of Processes and Apparatus for Food Production, National University of Food Technologies, Kyiv, UKRAINE

\*e-mail: natalkn@mail.ru

**ABSTRACT** Object. Improvement of technology of production of bitter tinctures, which will provide short spaces of production, also bitter tinctures will show the high biological value of drink and a positive effect on the human organism.

Design. Methodology. Approach. By a basic instrument improvements in this work is mathematic-statistical methods of researches and program STATISTICA 6.0ru.

Essence of method of production of bitter is tinctures consists in the following. At first dry powders spicily aromatic raw material does release from different admixtures and separately extract water at permanent interfusion and temperature 40°C with subsequent filtration and concentration to the set maintenance of dry matters. The next technological stage is mix of extracts with an alcohol to durability 40% at. The eventual stage of production is mix of extracts and solution of honey. For a receipt and analysis of experimental data, the multivariable experiment of type was planned 2<sup>2</sup> and 3<sup>n</sup> and the used methods of determination of vitamin C and phenolic compounds. For processing of experimental data used experimentally statistical methods of mathematical design.

Conclusions. Thus, made the optimum values of correlation and duration of process of extracting accordingly for to the cardamom 14,5 and 83 minutes; for a ginger – 13 and 70 minutes ; for a pepper bitter 17 and 92 minutes.

**Keywords:** bitter tinctures, process of extracting, correlation, duration, vitamin C, phenolic compounds, mathematic-statistical research methods

### Вступ

Гіркі настоянки є алкогольними напоями, які одержують шляхом купажування екстрактів (настоїв) різноманітної корисної сировини. Вони мають гіркуватий, гіркувато-пряний або пекучий смак. При виробництві гірких настоянок використовують рослинну пряно-ароматичну сировину, таку як аніс, шкірки цитрусових, гвоздику, коріандр, імбир, калган, зубрівку, кардамон, перець чорний та червоний і багато іншого. Пряно-ароматична сировина проявляє антиоксидантні та загальнозміцнюючі властивості, що говорить про сенс її використання у лікєро-горілчаній промисловості. Головним технологічним етапом класичного виробництва гірких настоянок є

настоювання за допомогою 2-х зливів протягом 14дб [1].

### Мета роботи

Виходячи з вище наведеного, метою роботи є удосконалення технології виробництва гірких настоянок, що забезпечить короткі терміни виробництва, високу біологічну цінність напою. Такі гіркі настоянки проявлятимуть загальнозміцнюючий ефект на організм людини. Основним інструментом удосконалення способу та уточнення режимів екстрагування в даній роботі є математико-статистичні методи досліджень та програма STATISTICA 6.0Ru.

### Викладення основного матеріалу

STATISTICA – це система для статистичного аналізу даних, яка включає широкий набір аналітичних процедур і методів: більше 100 різних типів графіків, описові та внутрішньогрупові статистики, кореляції, швидкі, основні та блокові статистики, Т-критерії, таблиці частот, аналіз багатомірних відгуків, множинна регресія, непараметричні статистики, загальна модель дисперсного і коваріаційного аналізу тощо. Модулі серії STATISTICA основані на самих сучасних технологіях, повністю відповідають останнім досягненням в області ІТ-технологій, дозволяють вирішувати будь-які задачі в області аналізу і обробки даних, ідеально підходять для вирішення практичних задач в харчовій промисловості.

У літературних джерелах існує різна інформація щодо параметрів та умов проведення процесу екстрагування пряно-ароматичної сировини. Так є приклад проведення екстракції протягом 20 хв за умови інтенсифікації процесу збільшенням ступеня подрібнення сировини до розмірів частинок 0,5...1,0 мм і проведенням екстрагування при постійному перемішуванні суміші, що екстрагується. Співвідношення об'єму екстрагенту до маси сировини (дм<sup>3</sup>/кг) складає 20 : 1 [2-3].

В інших дослідженнях наголошено на можливості отримання якісного екстракту з максимальним вилученням ефірних олій способом ремацерації. При цьому процес проводився у два етапи: при першому заливі концентрація водно-спиртової суміші складала 50 % об., розмір частинок сировини – 20 мм, співвідношення сировина:водно-спиртова суміш – 1:10, тривалість настоювання – 10 діб; при другому заливі міцність водно-спиртової суміші складає 30 % об., тривалість – 3-5 діб [4].

У нашій роботі при виборі компонентів гіркої настоянки ми керувалися органолептичними показниками та хімічним складом пряно-ароматичної сировини. Так кардамон – спеція з теплим пряним ароматом і приємним лимонним смаком. До складу спеції входять ефірні олії (4-7%), кальцій, калій, магній, вітаміни С та РР. Імбир – пряність із вираженим ароматом за рахунок вмісту ефірних олій (1,5-3%) та гостротою, так як містить фенол подібну речовину – гінгерол. До складу імбиру входить також ряд макро- та мікроелементів, вітамінів – холін та вітамін С. А перець червоний гіркий особливий за рахунок вмісту вітаміну С та алкалоїдоподібного аміду – капсаїцину, що надає плоду сильного пекучого смаку.

Отже, використання обраної пряно-ароматичної сировини, а саме перцю червоного гіркого, кардамону та імбиру, дозволить отримати продукт для покращення обміну речовин в організмі, підвищення апетиту і тонуусу шлунково-кишкового тракту, із радіопротекторними, імуномодулюючими та антиоксидантними властивостями з поліпшеними

органолептичними показниками за рахунок гармонійного поєднання всіх інгредієнтів [5].

Суть розробленого нами способу виробництва гірких настоянок полягає в наступному. Спочатку сухі порошки пряно-ароматичної сировини звільняють від різних домішок і окремо екстрагують водою при постійному перемішуванні і температурі 40°C з подальшим фільтруванням і концентруванням до заданого вмісту сухих речовин. Наступним технологічним етапом є купажування екстрактів зі спиртом до міцності 40% об. Кінцевим етапом виробництва є купажування екстрактів і розчину меду. Готова гірка настоянка фільтрується і розливається в пляшки. Принципово-технологічна схема виробництва гірких настоянок представлена на рис.1. [6, 7].

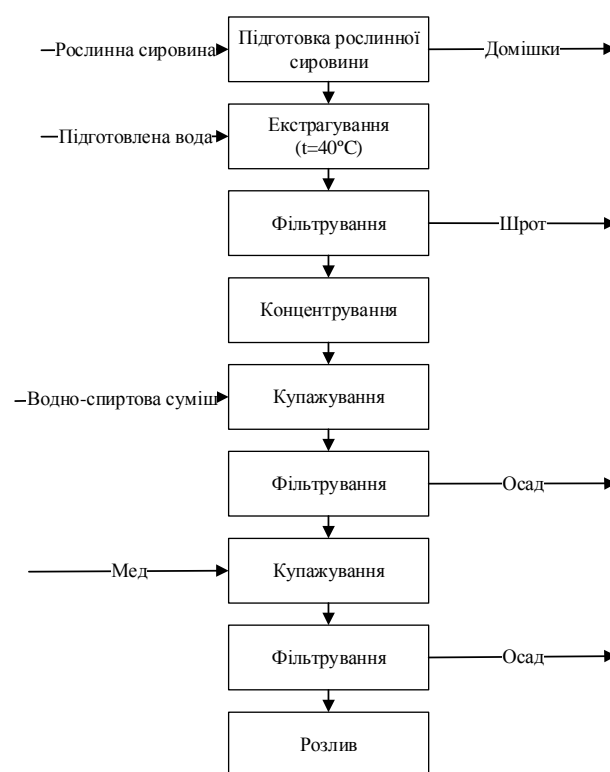


Рис. 1 – Принципово-технологічна схема виробництва гірких настоянок

Процес екстрагування є одним з головних у технології гірких настоянок. Він полягає у вилученні з пряно-ароматичної сировини цільових компонентів за допомогою екстрагенту (води). На проходження даного процесу впливає безліч факторів, таких як гідромодуль, тривалість тощо [1, 7, 8].

У розробленому способі заміну водно-спиртової суміші підготовленою водою можна пояснити тим, що при екстрагуванні водою виходить більша кількість вітаміну С, також під час купажування є можливість кращого збагачення вітаміном С готової настоянки, завдяки концентруванню отриманих екстрактів. Одночасно

виключаються витрати спирту на екстрагування сировини [7 – 10].

Спираючись на раніше проведені дослідження нами було сформульовано такі висновки щодо режимів отримання екстрактів. Тривалість процесу екстрагування має забезпечувати максимальний вихід біологічно активних речовин. Проведення процесу екстрагування більше 120 хв недоцільно так як, при цьому екстракти забруднюються супутніми сполуками, швидкість дифузії яких значно менша, ніж у біологічно активних речовин. А тривалість менше 40 хв не дає максимального вилучення біологічно активних речовин [6].

Підтримання гідромодуля нижче 10 є недоцільним так як під час проходження процесу екстрагування відбувається істотне набухання сировини і значно зменшується кількість екстрагенту при цьому, а гідромодуль вище 20 застосовувати не раціонально через значне розведення екстракту водою.

Температура 40°C пришвидшить процес екстрагування та збереже вітамін С, який містить рослинна сировина. Температура нижче 35°C не забезпечить повного вилучення біологічно активних речовин, а температура вище 45 °C посприє руйнуванню вітаміну С [6].

При перемішуванні швидкість екстрагування збільшується, так як зменшується шар нерухомої рідини та створюються конвективні потоки, що сприяють перенесенню речовини в екстрагент [5,6].

### Обговорення результатів

Визначивши, які фактори впливають на вміст фенольних сполук та вітаміну С в екстрактах пряно-ароматичної сировини, ми знайшли їх рівні варіювання, які наведені у табл.1 та побудували матрицю двохфакторного експерименту.

Таблиця 1 – Рівні варіювання факторів

Фактор	0-рівень	Верхній рівень «+»	Нижній рівень «-»
Гідромодуль	15	20	10
Тривалість, хв	80	120	40

Для отримання та аналізу експериментальних даних був спланований багатofакторний експеримент (ПФЕ) типу 2<sup>2</sup> та використані математико-статистичні методи досліджень та методи визначення вмісту вітаміну С та фенольних сполук. Для обробки даних використовували експериментально-статистичні методи математичного моделювання. З метою знаходження оптимальних значень параметрів процесу був спланований і реалізований план експерименту типу 3<sup>n</sup> для отримання рівняння регресії другого порядку.

За допомогою програми STATISTICA 6.0Ru було спрогнозовано і знайдено оптимальні значення

гідромодуля та тривалості процесу екстрагування, що забезпечують найкращий вміст вітаміну С та фенольних сполук в екстрактах з пряно-ароматичної сировини.

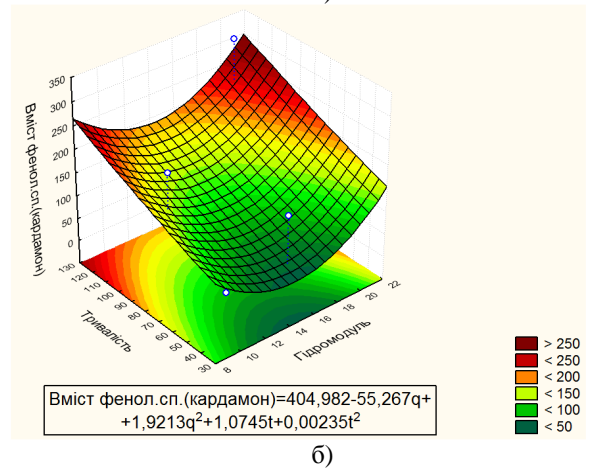
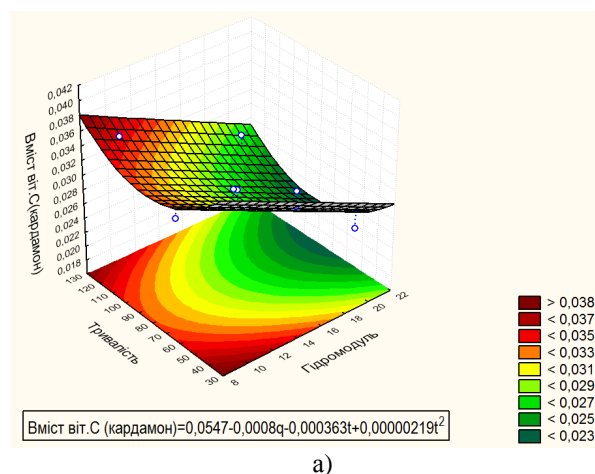
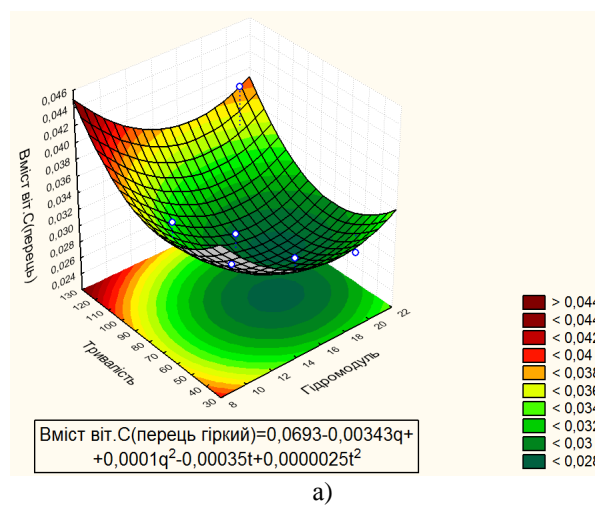
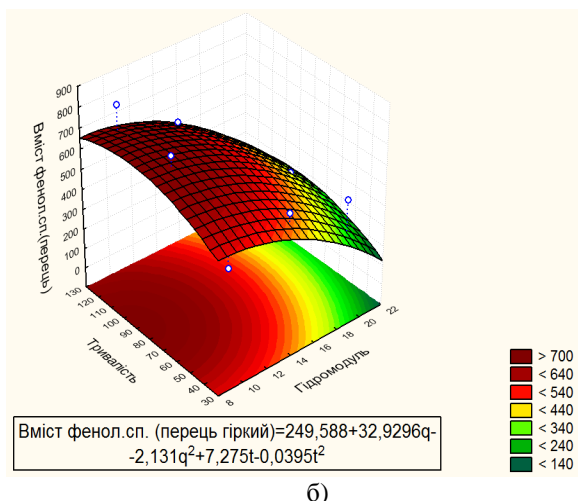


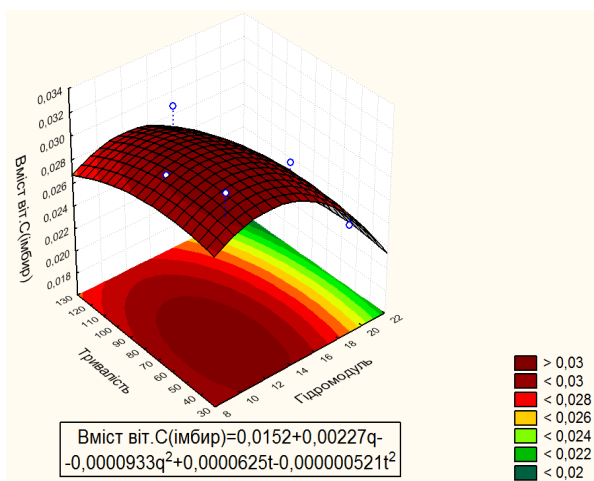
Рис.2 – Поверхні відгуку залежності вмісту вітаміну С (а) та фенольних сполук (б) від гідромодуля та тривалості в екстракті з кардамону



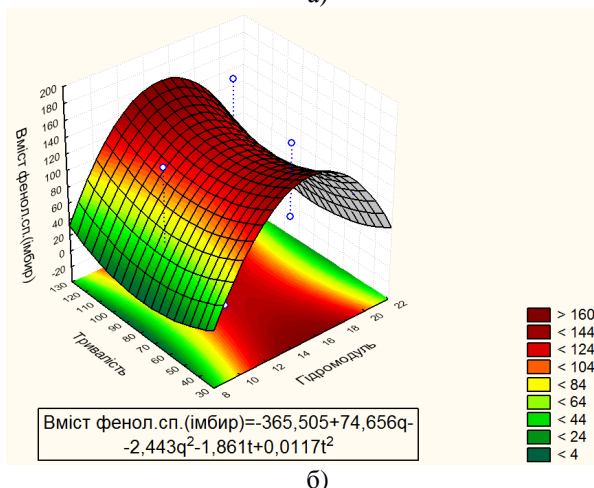


б)

Рис.3 – Поверхні відгуку залежності вмісту вітаміну С (а) та фенольних сполук (б) від гідромодуля та тривалості в екстракті з перця червоного гіркого



а)



б)

Рис.4 – Поверхні відгуку залежності вмісту вітаміну С (а) та фенольних сполук (б) від гідромодуля та тривалості в екстракті з імбиру

Сумісне співставлення значень основних факторів по кожному цільовому компоненту дало

зможу визначити оптимальні значення параметрів процесу екстрагування для кожного виду сировини.

Таким чином, оптимальні значення гідромодуля та тривалості процесу екстрагування склали відповідно для кардамону 14,5 та 83 хв (рис.2); для перцю гіркого 17 та 92 хв (рис.3) ; для імбиру – 13 та 70 хв (рис.4).

## Висновки

Було проаналізовано сучасні наукові досягнення в досліджуваній темі, розглянуто хімічний склад компонентів гіркої настоянки, представлено новий спосіб виробництва гіркої настоянки, застосовано сучасні методи та програми обробки даних для отримання оптимальних режимів проведення процесу екстрагування сировини.

Отримані результати досліджень можна ефективно застосувати в лікєро-горілчаній промисловості для отримання високоякісних напоїв, які б характеризувалися високою біологічною цінністю. Одночасно з тим можна зменшити витрати спирту на екстрагування сировини та скоротити терміни виробництва настоянок.

## Список літератури

1. Домарецький, В. А. Технологія харчових продуктів / В. А. Домарецький, М. В. Остапчук, І. А. Українець. – К.: НУХТ. – 2003. – 318 с.
2. Осипова, Л. А. Функціональні напої на основі пряно-ароматического рослинного сир'я / Л. А. Осипова, Л. В. Капрельянц // *Пищ. промышленность* – 2007. – №9. – С. 74-75.
3. Zavalov, V Development of mathematical models of external mass exchange under conditions of vibroextraction from vegetable raw materials / V. Zavalov, V. Bodrov, T. Misyura, N. Popova, Y. Zaporozhets, V. Dekanskiy // *Chemistry and Chemical Technology*. – 2015. – Volume 9, Issue 3. – P. 367-374.
4. Gutierrez, I. H. Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel and Syrah / I. Hermosin Gutierrez, E. Sanchez-Palomo Lorenzo, A. Vicario Espinosa // *Food Chemistry*. – 2005. – № 92. – С. 269-283. – doi:10.1016/j.foodchem.2004.07.023.
5. Knöss, W. Community Herbal Monograph on Gentian lutea L., Radix / W. Knöss, F. Stolte // *European Medicines Agency, London, UK*. – 2009.
6. Рибачок, А. В. Інтенсифікація процесу екстрагування при виробництві гірких настоянок / А. В. Рибачок, В. М. Чорний, Т. Г. Мисюра, Н. В. Попова // *ОНАХТ: Наукові праці*. – 2015. – №47. – С. 75-78.
7. Патент UA № 106057. Спосіб виробництва гіркої настоянки / Попова Н. В., Мисюра Т. Г., Рибачок А. В., Чорний В. М. Опуб. 11.04.2016.
8. Kemper, F. H. ESCOP Monographs. The Scientific Foundation for the Herbal Medicinal Products / F. H. Kemper // *Thieme*, Stuttgart, Germany, 2nd edition. – 2003.
9. Olivier, D. K. Bitterness values for traditional tonic plants of southern Africa / D. K. Olivier, B.-E. van Wyk // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2013. – vol. 147, no. 3. – P. 676-679. – doi: 10.1016/j.jep.2013.03.059.

10. **Heinrich, M.** Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy / **M. Heinrich, J. Barnes, S. Gibbons, E. M. Williamson** // *Churchill Livingstone*, Edinburgh, UK, **2nd edition**. – 2012.

#### Bibliography (transliterated)

- 1 **Domaretskiy, V. A., Ostapchuk, M. V., Ukrainets, I. A.** Tehnologiya harchovih produktiv [Food Technology], Kyiv: NUHT, 2003, 318 p.
- 2 **Osipova, L. A., Kaprelyants, L.V.** Funktsionalnye napitki na osnove pryano- aromaticeskogo rastitelnogo syrua [Functional drinks based pryano- aromatic vegetable raw materials], *Pishch. promyshlennost [Food Technology]*, 2007, **9**, 74-75.
- 3 **Zavialov, V., Bodrov, V., Misyura, T., Popova, N., Zaporozhets, Y., Dekanskiy, V.** Development of mathematical models of external mass exchange under conditions of vibroextraction from vegetable raw materials. *Chemistry and Chemical Technology*. 2015, **3(9)**, 367-374.
- 4 **Gutierrez, I. H., Lorenzo E. Sanchez-Palomo, Espinosa A. Vicario** Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel and Syrah.

- 5 **Knöss, W., Stolte, F.** Community Herbal Monograph on *Gentiana lutea L., Radix*, European Medicines Agency, London, UK, 2009.
- 6 **Ribachok, A. V., Chorniy, V. M., Misyura, T. G., Popova N. V.** Intensifikatsiya protsesu ekstrahuvannya pri virobnitstvi girkih nastoyanok [The intensification of the extraction process in the production of bitter liqueurs]. *ONAHT: Naukovi pratsi*, 2015, **47**, 75-78.
- 7 **Patent UA № 106057.** Sposib virobnitstva girkoyni nastoyanki / **Popova N. V., Misyura T. G., Ribachok A. V., Chorniy V. M.** Opub. 11.04.2016.
- 8 **Kemper, F. H.** ESCOP Monographs. The Scientific Foundation for the Herbal Medicinal Products, *Thieme*, Stuttgart, Germany, 2nd edition, 2003.
- 9 **Olivier, D. K. and B.-E. van Wyk** Bitterness values for traditional tonic plants of southern Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, 2013, **3(147)**, 676-679, doi:10.1016/j.jep.2013.03.059.
- 10 **Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S., Williamson, E. M.** Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy, *Churchill Livingstone*, Edinburgh, UK, **2nd edition**, 2012.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Попова Наталія Вікторівна** – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет харчових технологій, доцент кафедри експертизи харчових продуктів; м. Київ, Україна; e-mail: natalkn@mail.ru

**Popova Natalia** - Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate professor, Department of examination of food products, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine; e-mail: natalkn@mail.ru

**Мисюра Тарас Григорович** – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет харчових технологій, доцент кафедри процесів і апаратів харчових виробництв; м. Київ, Україна; e-mail: taras\_as@i.ua

**Misyura Taras** - Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate professor, Department of processes and vehicles of food productions, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine; e-mail: taras\_as@i.ua

**Рибачок Альбіна Вікторівна** – магістрант, Національний університет харчових технологій, магістрант кафедри експертизи харчових продуктів; м. Київ, Україна; e-mail: ryb-albina@yandex.ru

**Rybachok Albina** – student (master), Department of examination of food products, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine; e-mail: ryb-albina@yandex.ru

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Попова, Н. В.** Удосконалення технології виробництва гірких настоянок за допомогою математико-статистичних методів досліджень / **Н. В. Попова, Т. Г. Мисюра, А. В. Рибачок** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 18 (1190). – С. 170-174. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.25.

*Please cite this article as:*

**Popova, N., Misyura, T., Rybachok, A.** Improvement technology of production of bitter tinctures through the mathematical and statistical methods of researches. *Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU “KhPI”, 2016, **18** (1190), 170-174, doi:10.20998/2413-4295.2016.18.25.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Попова, Н. В.** Усовершенствование технологии производства горьких настоек с помощью математико-статистических методов исследований / **Н. В. Попова, Т. Г. Мисюра, А. В. Рибачок** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 18 (1190). – С. 170-174. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.25.

**АННОТАЦИЯ** В статье представлен новый способ производства горьких настоек, который заключается в экстрагировании водой пряно-ароматического сырья с последующим концентрированием экстрактов и купажировании с водно-спиртовой смесью. Режимы производства уточнялись с помощью экспериментально статистических методов математического моделирования. Были подобраны оптимальные режимы проведения процесса экстрагирования сырья для получения основных составляющих настойки и обеспечения ее высокого качества. При этом готовая настойка будет проявлять общеукрепляющий эффект на организм человека и иметь короткие сроки производства.

**Ключевые слова:** горькие настойки, процесс экстрагирования, гидромодуль, время, витамин С, фенольные соединения, математико-статистические методы исследования

Надійшла (received) 14.05.2016