

USE OF JAPANESE SOFORA AS A NON-TRADITIONAL RAW MATERIAL IN THE BREWING INDUSTRY

M. Boyko

National University of Food Technologies

Key words:

Sophora japonica
Antioxidant
Light beer
Fermentation
Wort extractivity

Article history:

Received 04.03.2020
Received in revised form
20.03.2020
Accepted 10.04.2020

Corresponding author:

M. Boyko
E-mail:
boiko80@ukr.net

ABSTRACT

To meet the needs of the consumers, beer should have a set of necessary properties and be characterized by the ability to meet physiological needs and affect positively the human body. Therefore, the main task in the production of beer is to keep its organoleptic and physicochemical properties within the limits, prescribed by state standards, as long as possible. Also, due to the increasing consumer demand for new types of beer, it is advisable to use non-traditional raw materials in the production of this beverage to expand the range, as well as its saturation with nutrients, primarily antioxidants.

High antioxidant activity can be found in substances of flavonoid nature (rutin, quercetin etc.), such as *Sophora japonica* that is the material for industrial receiving of quercetin. These raw materials have the most anti-radical activity, capillary strengthening, anti-oxidant, anti-virus, anti-inflammatory, immunotropic and anti-radiation effects and also have the ability to make complex with heavy metals and radionuclides. Rutin normalizes the heart rhythm, it is a synergist of ascorbic acid and it promotes its accumulation in the adrenal glands and liver. In addition to rutin, flavonoids such as campferol-3-sofobioside, quercetin-3-rutinoside, genistein-4-sofobioside, narsissin were found in the fruits of *Sophora japonica*. A variety of flavones are isoflavones, which are presented in *Sophora japonica* by the glycoside and glucuronide of genistein and exhibit anti-inflammatory and osteotropic (weakening of bone resorption processes and increase in their mineral density) properties.

Today, increasing the antioxidant capacity of beer is a topical task. *Sophora japonica* (*Sophora japonica* L.) is one of the most promising plants containing a significant amount of antioxidants. Therefore, studies were conducted to establish the prospect of using *Sophora japonica* as a source of biologically active substances in the brewing industry and to prove the effectiveness of its use as an antioxidant in beer.

ВИКОРИСТАННЯ СОФОРИ ЯПОНСЬКОЇ ЯК НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ПИВОВАРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

М. І. Бойко

Національний університет харчових технологій

Для задоволення потреб споживача пиво повинно мати сукупність необхідних властивостей і характеризуватися здатністю задовольняти фізіологічні потреби та позитивно впливати на організм людини. Тому основне завдання при виробництві пива — зберегти його органолептичні і фізико-хімічні властивості в межах норм, передбачених державними стандартами, якомога більш тривалий час. Зважаючи на постійно зростаючий попит споживачів на нові сорти пива, доцільним є використання нетрадиційної сировини у виробництві цього напою для розширення асортименту, а також його насичення корисними речовинами, передусім антиоксидантами.

Високу антиоксидантну активність мають речовини флавоноїдної природи (рутин, кверцетин тощо), які у значній кількості містяться у софорі японській, що є сировиною для промислового одержання рутину і кверцетину. Ці сполуки мають найбільшу антирадикальну активність і виявляють капілярозміцнювальну, антиоксидантну, протівірусну, протизапальну, імунотропну та проти-променеву дію, а також мають здатність до комплексоутворення з важкими металами та радіонуклідами. Рутин нормалізує ритм серця, є синергістом аскорбінової кислоти та сприяє її накопиченню в наднирниках і печінці. Крім рутину, у плодах софори знайдено такі флавоноїди, як кемпферол-3-софорозид, квертегін-3-рутинозид, генісгетин-4-софоробіозид, нарцисин тощо. Різновидом флавонів є ізофлавоон, які представлені в софорі глікозидом і глюкуронідом геністеїну та виявляють протизапальні й остеотропні (послаблення процесів резорбції кісток і збільшення їхньої мінеральної щільності) властивості.

*Софора японська (*Sophora Japonica* L.) — одна з найбільш перспективних рослин, що містить значну кількість антиоксидантів, тому вивчення софори японської як джерела біологічно активних речовин у пивоварній промисловості та доведення ефективності її використання як нетрадиційної сировини в пиві є досить актуальним завданням, яке потребує свого вирішення.*

Ключові слова: софора японська, антиоксиданти, світле пиво, бродіння, екстрактивність сусла.

Постановка проблеми. Дикорослі плоди та ягоди є багатим джерелом вітамінів, мінеральних сполук, органічних кислот, макронутрієнтів тощо. Їхня цінність як лікарської та харчової сировини визначається комплексом біологічно активних речовин, зокрема якісним і кількісним складом, синергізмом дії та високим ступенем засвоєння живим організмом. Включення фітоекстрактів до складу харчових продуктів, особливо позбавлених вираженого смаку, запаху і кольору, значно поліпшують їхні органолептичні показники за рахунок природних барвників та ефірних олій. Наявність антиоксидантів, фітонцидів, ряду органічних кислот у фітокомпозиціях сприяє подовженню термінів зберігання напоїв [1].

В Україні та інших країнах світу значно погіршився стан здоров'я населення через шкідливий вплив техногенного забруднення навколишнього середовища. Насамперед на ці фактори реагують імунна, ендокринна та серцево-судинна системи, погіршуються показники крові. Необхідно вирішувати проблему детоксикації організму, а також нормалізації обміну речовин. До найважливіших засобів захисту організму від шкідливих речовин відносяться рослинні антиоксиданти, які інгібують активні форми кисню та вільні радикали і не чинять негативної дії на організм. Вживання антиоксидантів запобігає розвитку атеросклерозу та злоякісних пухлин, збільшує амплітуду серцевих скорочень, нормалізує серцевий ритм, регулює імунні процеси [2].

Визначення антиоксидантної активності пива здійснюється шляхом вимірювання його окисно-відновного потенціалу. Окислювально-відновний потенціал (ОВП) є мірою хімічної активності елементів або їхніх сполук в оборотних хімічних процесах, пов'язаних зі зміною заряду іонів в розчинах. ОВП, або редокс-потенціал (від англійського RedOxReduction/Oxidation), характеризує ступінь активності електронів в окислювально-відновних реакціях, тобто реакціях, пов'язаних з приєднанням або передачею електронів. При вимірах (в електрохімії) величина цієї різниці позначається як E_h і виражається в мілівольтах. Чим вища концентрація компонентів, здатних до окислення, до концентрації компонентів, що можуть відновлюватися, тим вищий показник редокс-потенціалу [3].

Софора японська (*Sophora Japonica L.*) — одна з найбільш перспективних рослин, що містить значну кількість антиоксидантів. Пуп'янки і плоди цієї рослини є найважливішим джерелом для промислового одержання рутину та кверцетину. З кожним роком зацікавленість цією рослиною зростає, більш детально вивчаються біологічно активні речовини й метаболіти всіх частин рослини та їх фармакологічна активність. З різних частин софори японської виділені та досліджені біологічно активні речовини, які відносяться до різних груп і класів органічних сполук [4].

Тож визначення фізико-хімічних показників пива при додаванні софори японської (окремих її складових частин), що має високу антиоксидантну активність, багата на біологічно активні речовини, які сприяють стабілізації пива та підвищують антиоксидантну здатність продукту, є актуальним завданням

Мета статті: дослідження та встановлення перспективи використання софори японської як джерела біологічно активних речовин у пивоварній промисловості та доведення ефективності її використання як нетрадиційної сировини у пиві.

Матеріали і методи. Використовували свіжу декоративну заморожену софору японську з окремими її складовими частинами, завезену з півострова Крим. Фізико-хімічні показники пива для формування якості пива з додаванням нетрадиційної сировини визначали за такими показниками: вміст сухих речовин у пиві (рефрактометричний метод); вміст дійсного екстракту в пиві (рефрактометричний метод); вміст спирту в пиві (дистиляційний метод); колір пива; титрована кислотність пива (згідно з ДСТУ3888-2015 Пиво. Загальні технічні умови) [5].

Результати і обговорення. Крім флавоноїдів, у плодах софори ідентифіковано 9 сполук флавоноїдної природи (флаванол тетраглікозид, софорабіозид, софорафлавонолозид, геністеїн, текторідин, сизотрин, 7,4-ді-галол-р-0-глюкопіраноза тощо).

У плодах софори містяться такі макроелементи, (мг/г): К — 17,30; Са — 2,20; Mg — 1,2. Із водних витяжок плодів софори японської виділені полісахариди, вміст яких становить 4,9...8,16%, серед них водорозчинних полісахаридів — 3,9...5,0%, пектинових речовин — 10,3...15,2%, геміцелюлози — 7,4...8,5% [6—9].

У табл. 1 представлено вміст рутину в різних складових частинах софори японської.

Таблиця 1. Вміст рутину в різних складових частинах софори японської

Показник	Вміст у софорі японській				
	бутони	пуп'янки	суцвіття	незрілі плоди	плоди, зібрані в зимовий період
Рутин %	16,5...20	12...18	9...10	5...7	3...4

Перший етап дослідження передбачав проведення порівняльної характеристики фізико-хімічних показників різних видів пива (експериментальних зразків). Було досліджено пиво з додаванням таких видів сировини, як бутони софори японської (зразок 2), пуп'янки софори японської (зразок 3) та суцвіття софори японської (зразок 4). Також підготовлено контрольний зразок (зразок 1) без додавання жодної сировини. Для приготування вищезазначених дослідних зразків взято пивне сусле екстрактивністю 11,8%. Сировина з підвищеним вмістом антиоксидантів додавалася до досліджуваних зразків через 90 хв після початку кип'ятіння. Тривалість кип'ятіння склала 120 хв. Нетрадиційна сировина була задана у кількості 4 г/дм³. Після проведення процесу кип'ятіння охмелені зразки відстоювали, щоб вилучити білковий брукхт. В подальшому охмелене сусле охолоджувалося, в нього були задані дріжджі *Fermentis S-189*. Наступні чотири доби під час бродіння експериментальних зразків встановлено якісний вплив доданої нетрадиційної сировини на перебіг цього процесу.

Зміну екстрактивності сусле під час бродіння наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Зміна екстрактивності сусле у процесі бродіння

Зразок *	Вміст сухих речовин, %		Зміна вмісту сухих речовин у процесі бродіння, %		
	до охмелення	після охмелення	Друга доба	Третя доба	Четверта доба
зразок 1	11,8	12,0	11,8	9,9	7,5
зразок 2	11,8	12,1	11,9	9,8	7,3
зразок 3	11,8	12,0	11,8	9,6	7,2
зразок 4	11,8	12,0	11,8	9,6	7,2

Примітка: зразок 1 — контрольний (без додавання складових частин софори японської); зразок 2 — бутони софори японської; зразок 3 — пуп'янки софори японської; зразок 4 — суцвіття софори японської.

З табл. 2 видно, що в зразок, до якого під час кип'ятіння сусле з хмелем було додано бутони софори японської, показав відповідний результат — 12,1% за вмістом сухих речовин після охмелення, що свідчить про підвищений вміст поліфенольних речовин, які мають властивості утворювати нерозчинні комплекси з білковими речовинами і зумовлюють краще осаджувати зависі пива, адже

при недостатньому вилученні в подальших технологічних стадіях зменшується бродильна активність дріжджів.

Зразки 3 та 4, до яких було додано пуп'янки софори японської та суцвіття, також продемонстрували результат 12%, що наближається до контрольного зразка.

Наступним етапом дослідження було визначення фізико-хімічних показників якості готового пива з додаванням різних складових частин софори і контрольного зразка. Ці дослідження були проведені на 14 добу дозрівання пива. Отримані дані за основними показниками наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники пива з додаванням різних складових частин плоди софори

Зразок *	Вміст дійсного екстракту, %	Вміст спирту, %	Колір, см ³ , 0,1 моль/дм ³ розчину I ₂ на 100 см ³ пива	pH	Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину NaOH на 100 см ³ пива
1	4,8	3,70	0,40	4,4	1,80
2	4,7	3,78	0,41	4,46	1,88
3	4,6	3,76	0,40	4,46	1,89
4	4,6	3,76	0,41	4,42	1,89

Примітка: * зразок 1 — контрольний (без додавання складових частин софори японської); зразок 2 — бутони софори японської; зразок 3 — пуп'янки софори японської; зразок 4 — суцвіття софори японської.

Встановлено, що зразок 2 повністю відповідає ДСТУ3888-2015 Пиво. Загальні технічні умови за фізико-хімічними показниками. Пиво стабілізоване шляхом додавання бутонів софори японської. Це пояснюється тим, що бутони містять велику кількість рутину (табл. 1). Також решта представлених зразків після проведення фізико-хімічних досліджень показали повну відповідність показникам, наведеним у ДСТУ3888-2015 Пиво. Загальні технічні умови. Це свідчить про найкраще протистояння окисненню.

Високоякісним може бути пиво, що має високу стійкість за належних умов зберігання. Тому всі зразки пива, що досліджувалися на попередніх етапах, були залишені на зберігання. Для прискорення зістарювання пиво залишали при температурі 18—20°C протягом 8 діб. Щодня в дослідних зразках визначали зміну вмісту сухих речовин, а також їхній показник титрованої кислотності. Ці показники досить чітко відображають стан окисненості пива. Результати дослідів наведені в табл. 4 і 5.

Таблиця 4. Зміна вмісту сухих речовин пива під час зберігання

№ зразка	Термін зберігання, діб							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Вміст сухих речовин, %							
1	4,8	4,7	4,5	4,4	4,4	4,3	4,2	4,0
2	4,7	4,6	4,6	4,5	4,3	4,3	4,2	4,1
3	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1
4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,1	4,0

Таблиця 5. Зміна титрованої кислотності пива під час зберігання

№ зразка	Термін зберігання, діб							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Кислотність мл 0,1н NaOH на 100 мл							
1	1,8	1,9	2,0	2,4	2,7	2,8	3,2	3,5
2	1,8	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0
3	1,8	1,9	1,9	2,2	2,5	2,6	2,9	3,2
4	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8

З табл. 4 та 5 видно, що всі представлені зразки, в які було додано нетрадиційну сировину, продемонстрували високу стійкість до скисання. Це доводить доцільність використання сировини софори для підвищення терміну зберігання пива.

Висновки

У результаті проведених досліджень доведено доцільність та ефективність використання софори японської та окремих її складових частин у пивоварній галузі. Встановлено, що додавання в пиво софори японської підвищує біологічну й антиоксидантну здатність продукту.

Література

1. Данилова Л. А., Березка Т. О., Домарецький В. А., Ганчук В. Д. Природні антиоксиданти. *Харчова та переробна промисловість*. 2008. Вип. 1. С. 25—27.
2. Яшин Я. И., Яшин А. Я., Черноусова Н. И. Антиоксиданты против болезней. *Химия и жизнь*. 2007. № 11. С. 24—27.
3. Березка Т. О. Удосконалення технології високостійкого пива з використанням антиоксидантів з рослинної сировини: автореф. дис. ... канд. тех. наук: спец. 05.18.05 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв». К., 2014. 22 с.
4. Silva F. A. Effects of phenolic propyl esters on the on the oxidative stability of refined sunflower oil. *Food Chem.* 2001. Vol. 49. P. 936—941.
5. ДСТУ 3888-2015 Пиво. Загальні технічні умови: чинний з 2000-01-01. К.: Державний комітет стандартизації метрології та сертифікації України, 2015. 42 с. (Національний стандарт України).
6. Великородов А. В. Изучение химического состава плодов и соцветий софоры японской интродуцированной в Астраханской области. *Естественные науки*. 2010. № 2(31). С. 164—169.
7. Лупа В. І. Використання отруйних рослин у медицині — рід софора (*SOPHORA L.*). *Фітотерапія*. 2008. № 4. С. 35—42.
8. Максютіна Н. П. Попередні дослідження по отриманню кверцетин-концентрату з пуп'янків софори японської. *Фітотерапія*. 2006. № 1. С. 65—67.
9. Чолаж І. С. Нові біологічно активні сполуки в сировині софори японської (*Sophora Japonica L.*) та їх біологічна активність. *Фітотерапія. Часопис*. 2010. № 4. С. 79—82.