

OBTAINING BIOPHFLAVONOID CONCENTRATES FROM MEDICINAL RAW MATERIALS

G. Simakhina

National University of Food Technologies

Key words:

Phenolic compounds
Flavonoids
Herbs
Extraction
Concentrates
Pharmacological effect

Article history:

Received 09.03.2021
Received in revised form
23.03.2021
Accepted 06.04.2021

Corresponding author:

G. Simakhina
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The reasonable nutrition is the essential constituent of the healthy lifestyle, since it provides the proper state of health, helps to restore the longevity reserve, and increases the quality of life. The reasonable nutrition is now being studied as not only the source of all the necessary plastic materials and energy, but also the factor of compliance with the complex correlations between the numerous micronutrients in terms of their qualitative and quantitative composition. Nowadays, it is considered the main method to treat the alimentary conditioned diseases and to prevent them well.

During the metabolic processes in human organism, there are recurring various reactions, resulting in the apparition of oxygen reactive forms, or the so-called free radicals. Providing that the organism is sane, these processes will not only cause no harmful consequences, but also become productive and helpful. However, free radicals will accumulate in excessive amounts unless a human is not exposed to internal and external malignant factors. The general state of cells attacked by free radicals is defined as oxidative stress; free radicals, in turn, would initiate the chain-reaction oxidation of the cell's elements, particularly lipids, membrane proteins and DNA, which, in progress, would cause decay of the cell and proliferation of various diseases, including those of autoimmune etiology.

According to the recent scientific information, natural antioxidants are believed to be the most effective means to fight the excess of free radicals. Thanks to their structure, natural antioxidants can be the donors of either protons or electrons and, therefore, be able to neutralize free radicals. The compounds of phenolic nature, or bioflavonoids contained by the majority of herbs in different concentrations, reveal high antioxidative capacity. Therefore, herbs are nowadays widely used in therapy as well as in food technologies.

In this article, an array of herbs was evaluated for bioflavonoids that impart the evident preventive and curative effects to the former, and the technology of obtaining dry and condensed concentrates as the plentiful fortifiers of various food bases was elaborated and proved.

ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРАТІВ БІОФЛАВОНОЇДІВ ІЗ ЛІКАРСЬКОЇ СИРОВИНИ

Г. О. Сімахіна

Національний університет харчових технологій

Раціональне харчування є найважливішою складовою здорового способу життя, воно забезпечує належний стан здоров'я, допомагає реалізувати резерв довголіття, підвищити якість життя. Раціональне харчування розглядається не лише як джерело постачання організму необхідними пластичними матеріалами та енергією, а й дотримання складних співвідношень між численними мікронутрієнтами з точки зору їхнього якісного та кількісного складу. Раціональне харчування — це також дієвий засіб боротьби з аліментарно залежними хворобами та профілактики їх виникнення.

У процесі метаболізму в клітинах організму людини відбуваються різноманітні реакції, побічними продуктами яких значною мірою є реакційно активні форми кисню, так звані вільні радикали. У здоровому організмі ці процеси не лише не викликають негативних наслідків, а й є необхідними та корисними. Однак при несприятливих впливах на людину зовнішніх і внутрішніх чинників, у тому числі негативних емоційних станів, відбувається надлишкове накопичення вільних радикалів. Загальний стан клітин, які піддаються їхній ушкоджуючій дії, розглядається як оксидативний стрес, а самі вільні радикали ініціюють ланцюгове окислення структурних елементів клітини, зокрема ліпідів, білків мембран, ДНК, що викликає загибель клітини і провокує розвиток різноманітних, зокрема аутоімунних, хвороб.

За сучасними науковими даними, найбільш ефективним засобом боротьби з надлишком вільних радикалів є природні антиоксиданти, які завдяки своїй будові можуть бути донорами протонів або електронів, здатних нейтралізувати вільні радикали. Високу антиоксидантну активність виявляють сполуки фенольної природи — біофлавоноїди, які в досить значних концентраціях містяться в різних лікарських рослинах. Тому в наші дні широко застосовуються лікарські трави не лише в медицині, а й у харчових технологіях.

У статті здійснено оцінку ряду лікарських рослин на вміст загальної суми біофлавоноїдів, оскільки їх виражений профілактичний і лікувальний ефекти є результатом впливу всіх діючих речовин, та розроблено спосіб отримання сухих і згуцених концентратів як поліфункціональних збагачувачів харчових середовищ із переважajúчим вмістом біофлавоноїдів.

Ключові слова: фенольні сполуки, флавоноїди, лікарські рослини, екстрагування, концентрати, фармакологічна дія.

Постановка проблеми. Останнім часом значно підвищився інтерес до дослідження процесів вільнорадикального окислення (Меншиєва & Зеньков, 1994) і, як наслідок, до препаратів, здатних впливати на інтенсивність цих процесів. Це пов'язано з тим, що в умовах погіршення екологічної обстановки, під впливом різних екстремальних чинників в організмі спостерігається значне підвищення

концентрації активних форм кисню (АФК), таких як $O^{\cdot -}$, OH^{\cdot} , H_2O_2 тощо, здатних ушкоджувати молекули білків, нуклеїнових кислот, інактивувати ферменти, руйнувати мембрани клітин, що, у свою чергу, призводить до розвитку різних патологічних станів організму. Тому особливо гостро стоїть питання про можливість блокування цих вільнорадикальних процесів, ініціаторами яких є АФК, на початкових стадіях розвитку.

Відомі на сьогодні результати досліджень у цьому напрямі свідчать про перспективність вибору як антиоксидантів плодовоовочевих культур, лікарських рослин, зважаючи на їхню доведену здатність підтримувати захисні функції власної антиоксидантної системи організму людини (Бунятян, Герасимова & Сахарова, 1999), інгібувати всі етапи вільнорадикальних реакцій (Чекман, Маланчук & Рибачук, 2011), забезпечувати естрогенну та остеогенну активність (Шапошников & Хорошевський, 2003).

Лікарські рослини широко використовують в медицині, однак як антиоксиданти їх вивчено лише фрагментарно. Зважаючи на це, дослідження лікарських рослин як потенційних антиоксидантів, моделювання можливого механізму їхньої інгібуючої дії щодо певних стадій відновлення кисню в організмі викликають значний інтерес.

Не менш важливою є можливість застосування лікарських трав, дикорослих рослин, зеленої маси рослин для збагачення традиційних харчових продуктів і введення таким чином до щоденного раціону споживання нового покоління харчових продуктів з вираженими антиокисними властивостями.

Використання екстрактів з природних джерел біофлавоноїдів (як у харчовій, так і в фармацевтичній промисловості) надасть можливість забезпечити споживача харчовими продуктами та лікарськими засобами з оптимальним вмістом антиоксидантів, різної біологічної активності, тому проведене дослідження є актуальним, своєчасним, спрямованим на забезпечення захисту організму людини від несприятливих зовнішніх чинників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати аналізу літературних джерел і власних досліджень дають підстави стверджувати, що майбутнє цієї проблеми за природними антиоксидантами — біоантиоксидантами, тому що вони відіграють надзвичайно важливу роль у захисті біологічних структур від окислення.

Ця група антиокислювальних речовин є необхідним компонентом усіх тканин та клітин живих організмів, де вони в нормальних фізіологічних концентраціях підтримують на постійно низькому рівні вільнорадикальні аутоокислювальні процеси. Природно, що введення в організм людини разом із харчовими продуктами таких антиоксидантів є нешкідливим, безпечним і надзвичайно корисним (Toor & Savage, 2006; Ishiguro, Yahara & Yoshimoto, 2007; Сімахіна, 2011). Тому отримані за запропонованим способом екстракти планується використовувати для збагачення різноманітних харчових середовищ.

Одним з найважливіших класів антиоксидантів їжі є поліфенольні речовини Р-вітамінної активності. Наявність комплексів вітамінів антиоксидантної дії у багатьох рослинах, їхнього ефективного синергічного взаємозв'язку, інших БАР

поставила завдання використання рослин (як у харчовій, так і в фармацевтичній промисловості) як багатого джерела біоантиоксидантів, досить дешевого, доступного для вирощування та збирання, технологічного у переробленні на готові продукти.

На сьогодні завдяки розширенню та поглибленню досліджень біофлавоноїдів у них виявлено надзвичайно багато різнобічних біологічних властивостей. Зокрема, здатність регулювати окисно-відновні процеси в організмі (Левицкий, 2011), стабілізувати клітинні мембрани (Гордиенко, 2000), справляти лікувально-профілактичну дію при ряді захворювань (Voskresensky & Levitsky, 2002), затримувати розвиток атеросклеротичного процесу (Hässig, Liang, Schwabl & Stampfli, 1999), підвищувати резистентність живих організмів до іонізуючої радіації (Барабой & Сутковой, 1997), виявляти кардіопротекторну активність (Pehcneva, Kostova & Konstantinov, 1998) та багато інших позитивних впливів.

Використання концентратів з природних джерел біофлавоноїдів як у харчовій, так і в фармацевтичній промисловості надає можливість забезпечити споживача харчовими продуктами та лікарськими засобами з оптимальним вмістом антиоксидантів різної біологічної активності.

Мета дослідження: пошук нових рослинних джерел біофлавоноїдів та розроблення технологій їх вилучення із сировини з подальшим використанням для отримання широкого спектра харчових продуктів антиоксидантної дії.

Викладення основних результатів дослідження. Як предмети дослідження обрано такі рослинні матеріали: кропива дводомна, листя буряка звичайного, бутони гвоздичного дерева, материнка звичайна, меліса лікарська, м'ята перцева, перець, чебрець духмянний, шавлія лікарська, ягоди та листя бузини чорної, лист смородини чорної, трава звіробою, бруньки берези повислої, квітки ромашки, трава причепи, листя шавлії, трава кропиви собачої, кора дуба, квітки цмину, квітки нагідок, плоди шипшини.

Для отримання екстрактів лікарських трав використовували висушену сировину (листя та квітки) з вологістю 10—12%. Водно-спиртові екстракти отримували протитечійним екстрагуванням до вмісту сухих речовин 15—18%, залежно від виду сировини. Оптимальні значення основних параметрів процесу встановили при виконанні експериментальної частини.

Вміст біофлавоноїдів визначали за загальновідомою методикою з використанням реакції з хлоридом заліза (III) спектрофотометричним методом (Viña & Chaves, 2006).

У процесі дослідження було підтверджено літературні дані (Петрова, 1986), що вміст і склад поліфенольних сполук коливається в широких межах і залежить від виду і віку рослини, умов вирощування й вегетації. Тому представляє теоретичний та практичний інтерес з'ясувати, на яких етапах вегетації рослинних матеріалів переважають певні групи біофлавоноїдів.

На підставі аналізу спектрів поглинання водно-спиртових екстрактів плодів шипшини встановили, що вони характеризуються наявністю групи характерних ділянок поглинання в діапазоні довжин хвиль 200...800 нм. Досить інтенсивна смуга поглинання відзначається при довжинах хвиль: 250...270 нм та 340...360 нм.

За літературними даними, ці піки поглинання характерні саме для флавоноїдів. Їх наявність пов'язана зі збудженням електронних пар атома кисню карбонільної групи, зв'язаної з ароматичним кільцем. У видимій ділянці спектра з'являється характерний пік поглинання при 520...540 нм, що свідчить про наявність антоціанів. Результати визначення вмісту поліфенольних сполук на стадії зав'язі і стадії зрілих ягід шипшини наведено в таблиці.

Таблиця. Вміст різних груп поліфенольних сполук у ягодах шипшини за стадіями вегетації

Група поліфенольних сполук	Довжина хвилі поглинання λ_{\max} , нм	Концентрація поліфенольних сполук, мг/100 г
Стадія зав'язі		
Флавоноли	250...270; 340...360	1096,0±0,002
Катехіни	270...280	205,0±0,005
Антоціани	520...540	28,0±0,0009
Стадія зрілих ягід		
Флавоноли	250...270; 340...360	65,0±0,0002
Катехіни	270...280	394,0±0,004
Антоціани	520...540	548,0±0,05

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що на різних етапах вегетації вміст поліфенольних сполук у ягодах шипшини приблизно однаковий. Разом з тим співвідношення між різними групами флавоноїдів у процесі дозрівання ягід істотно змінюється.

Так, якщо на стадії зав'язі концентрація флавонолів складає 1096 мг%, то у зрілих ягодах їхня частка зменшується аж до 65 мг%. Практично таких же істотних змін зазнає друга група флавоноїдів — антоціани. Хоча залежність тут обернено пропорційна стосовно змін концентрації флавонолів. І якщо на стадії зав'язі вміст антоціанів складає всього 28 мг%, то у зрілих ягодах їхня кількість зростає більш ніж на 400 % і становить 548 мг%. Стосовно катехінів таких істотних змін не спостерігається і на стадії зав'язі у зрілих ягодах їхній вміст зростає не більше, ніж у 2 рази.

Аналогічні результати отримано і для інших видів рослинних матеріалів. З цих даних можна зробити узагальнюючий висновок, що при відносній постійності загального вмісту біофлавоноїдів у рослинних матеріалах на різних етапах вегетації відбуваються інтенсивні процеси біотрансформації одних груп поліфенольних сполук в інші. Тож можна стверджувати, що при дозріванні ягід шипшини значна кількість флавонолів використовується на синтез антоціанів.

На підставі проведених досліджень із перероблення рослинної лікарської сировини на готові продукти з підвищеним вмістом біофлавоноїдів запропоновано технологію отримання сухих і згущених концентратів як для безпосереднього вживання та як фізіологічно функціональних збагачувачів різноманітних

харчових середовищ для отримання широкого спектра нової продукції, ефективною у захисті внутрішнього середовища організму людини від надмірної кількості вільних радикалів.

Технологічний процес розпочинається із доставки, приймання та зберігання лікарської сировини. Причому до перероблення рекомендуються різні вегетативні органи рослин — листя, квіти, ягоди, коріння, оскільки всі вони містять у певних концентраціях біологічно активні речовини, в тому числі біофлавоноїди.

Підготовлену сировину подрібнюють у дезінтеграторі (можна у звичайних подрібнювачах) з метою отримання часток з розмірами 1,5...2 мм. За результатами попередньо проведених досліджень саме за такої дисперсності процесу екстрагування проходять найбільш інтенсивно. Подрібнення відбувається протягом 120...150 с при температурі 22...25°C.

З метою максимального вилучення біофлавоноїдів екстрагування проводиться у три етапи. На першому етапі як екстрагент використовуємо однопроцентний водний розчин лимонної кислоти при гідромодулі 1:10. Екстрагування триває 4 год при температурі 22...25°C.

Отриманий I екстракт відфільтровують і збирають в окрему ємність для наступного купажування, а шрот піддають екстрагуванню на другому етапі. Цього разу як екстрагент використовуємо 20...25-процентний водно-спиртовий розчин при гідромодулі 1:10. Тривалість екстрагування на другому етапі збільшується до 5 год, а температура залишається кімнатною — 22...25°C.

Після фільтрування отримуємо II екстракт, який направляється в ємність для купажування, а шрот піддаємо екстрагуванню на третьому етапі 60...70-процентним водно-спиртовим розчином при гідромодулі 1:10. Тривалість процесу екстрагування — 7 год, температура 22...25°C.

Відфільтрований III екстракт разом із двома попередніми купажуємо й отримуємо суміш екстрактів із вмістом сухих речовин 12,5...16,7%. Такий екстракт можна використовувати безпосередньо, проте з метою його подальшого зберігання без погіршення якості доцільним є вакуум-концентрування й отримання згущеного концентрату біофлавоноїдів із вмістом сухих речовин 55...65%.

Для підвищення ступеня засвоюваності організмом людини біокомпонентів сухого шроту його подрібнюють у дезінтеграторі, що дає змогу отримати необхідну дисперсність продукту (80...10 мкм) та збільшити вихід біологічно активних речовин у вільному стані, що й сприяє їх біодоступності.

Отриманий сухий концентрат суміші біофлавоноїдів та інших біологічно активних речовин контролюємо за вмістом основних біокомпонентів і критеріями безпеки.

На наступному етапі концентрат гранулюємо або капсулюємо з подальшим пакуванням і маркуванням. Далі концентрат відправляють на зберігання та реалізацію.

Запропонована технологія відкриває перспективи комплексного перероблення рослинної сировини на напівфабрикати з високою концентрацією есенціальних сполук. Технологія практично безвідходна, не потребує спеціального обладнання. Її можна реалізувати як на харчових підприємствах (наприклад, консервних), так і на фармацевтичних.



Рис. Принципова технологічна схема отримання сухих і згущених концентратів біофлавоноїдів з лікарської сировини

Висновки

Лікарська сировина є багатим природним джерелом комплексу есенціальних сполук, передусім біофлавоноїдів, які значною мірою визначають стан здоров'я людини, її здатність швидко адаптуватись до змін навколишнього середовища, підтримувати інтелектуальну та фізичну працездатність. Використання лікарської сировини у різні вегетативні періоди її розвитку надає можливість, залежно від кінцевої мети, отримати в максимальних концентраціях різні групи поліфенольних сполук — флавоноли, антоціани, катехіни. Запропоновано технологію комплексного перероблення лікарської сировини на сухі та згущені концентрати біофлавоноїдів. Отримана за новою технологією продукція є конкурентоспроможною, оскільки вона відповідає сучасним критеріям якості та безпеки, і це є важливим чинником членства України у Світовій організації торгівлі. Попит на таку продукцію постійно зростатиме, зважаючи на погіршення екологічної ситуації як в Україні, так і за кордоном. Запропонована технологія дає змогу при мікровиратах досягти макрокористі для споживачів.

Література

- Барабой В. А. & Сутковой Д. А. (1997) Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии. Киев: Чернобыльинтеринформ.
- Бунятян Н. Д., Герасимова О. А., Сахарова Т. С. Природные антиоксиданты как гепатопротекторы. *Экспериментальная и клиническая фармакология*, 62(2), 64—67.
- Гордиенко А. Д. (2000) Влияние растительных гепатопротекторных субстанций на мембранно-метаболическую активность органелл клеток печени. *Журнал АМН України*, 3, 587—592.
- Левицкий А. П. (2001) Биофлавоноиды как регуляторы физиологических функций. *Вісник стоматології*, 1, 71—76.
- Меншиева Е. Б. & Зеньков Н. К. (1994) Биохимия окислительного стресса (оксиданты и антиоксиданты). Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та.
- Петрова В. П. (1986) Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений: монография. Киев: Вища школа.
- Сімахіна Г. О. (2011) Біофлавоноїди у системі антиоксидантного захисту біологічних структур. *Наукові праці НУХТ*, 37—38, 103—109.
- Чекман І. С., Маланчук В. О. & Рибачук А. В. (2011) Основи наномедицини: монографія. Київ: Логос.
- Шапошников А. А., Хорошевский А. Ю. (2003) Изофлавоноиды растений семейства бобовых и их биологическое действие. *Кн. соврем. биологии*, 123(2), 76—81.
- Hässig A., Liang W. X., Schwabl H., Stampfli K. (1999) Flavonoids and tannins: plant-based antioxidants with vitamin character. *Med. Hypotheses*, 52(5), 479—481.
- Ishiguro K., Yahara S., Yoshimoto M. (2007) Changes in polyphenolic content and radical-scavenging activity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) during storage at optimal and low temperatures. *J. Agr. and Food Chem*, 55 (26), 10773—10778.
- Pehcneva I., Kostova I., Konstantinov S. (1998) Cardioprotective efficacy of new esculin metal complexes. *Acta pharmaceutica*, 48(2), 127—131.
- Toor R. K., Savage G. P. (2006) Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chem*, 99(4), 724—727.
- Viña S. Z., Chaves A. R. (2006) Antioxidant response in minimally processed celery during refrigerated storage. *Food Chem*, 94(1), 68—74.
- Voskresensky O. N., Levitsky A. P. (2002) QSAR aspects of flavonoids as a plentiful source of new drugs. *Current Medical Chemistry*, 9(14), 1367—1383.