

УДК 537.531:54-056:635.49 (045)

**ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПРОЦЕС
ЕКСТРАКЦІЇ ІНУЛІНУ З КОРЕНЯ КУЛЬБАБИ ЛІКАРСЬКОЇ
(*TRACHACUM OFFICINALE WIGG.*)**

Я.В. ДЕМ'ЯНОВА, К.М. ЯБЛОНСЬКА

Національний авіаційний університет, м. Київ

*Досліджено вплив електромагнітного випромінювання надзвичайно високої частоти (60 ГГц) на ефективність екстракції інуліну з кореня кульбаби лікарської (*Trachacum officinale Wigg.*). Найбільший ефект дії електромагнітного випромінювання виявлено при 25-ти хвилинній обробці екстрактів.*

Ключові слова: *кульбаба лікарська (*Trachacum officinale Wigg.*), екстракція, біологічно активні речовини, електромагнітне випромінювання надзвичайно високої частоти.*

Вступ. Більше 40% сучасних лікарських засобів фармацевтична промисловість отримує на основі рослинної сировини. Використання лікарських рослин у якості вихідної сировини обумовлено широким спектром фармакологічної дії біологічно активних речовин, що містяться в рослинах.

Виділення біологічно активних речовин (БАР) з рослин є одним з важливих стадій отримання лікарських препаратів. Від ефективності, повноти вилучення біологічно активних речовин, технології виділення залежить ступінь чистоти одержуваного продукту, якість сировини, собівартість лікарського засобу. У зв'язку з цим, аналіз, пошук сучасних, ефективних методів виділення біологічно активних речовин, що є цінною сировиною для фармацевтичної промисловості, представляє безсумнівний як теоретичний, так і практичний інтерес.

Головним джерелом біологічно активних речовин є сировина рослинного походження [1]. До таких рослин належить, наприклад, кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.).

Коріння кульбаби лікарської містить гірку речовину тараксацин (до 10 %), тритерпенові сполуки (тараксерол, тараксастерол, андростерол та інші), стерини (β -ситостерин, стигмастерин), флавоноїди (космозійн, лютеолін-7-глюкозид), нікотинову кислоту, інулін (до 40 %), каучук (до 3 %), жирну олію, слиз тощо.

Найбільш цінним продуктом, який міститься у корені кульбаби є інулін. Інулін, $(C_6H_{10}O_5)_n$ – органічна речовина з групи полісахаридів, полімер D-фруктози. Інулін – поліфруктозан, який отримують у вигляді аморфного порошку і у вигляді кристалів, легко розчинний у гарячій воді і важкорозчинний в холодній, має солодкий смак. При гідролізі під дією кислоти і ферменту інулази утворюється D-фруктоза і невелика кількість глюкози. Інулін, як і проміжні продукти його ферментативного розщеплення – інуліді, не володіє поновлювальними властивостями. Молекула інуліну (рис. 1) складається з 30-35 залишків фруктози у фуранозній формі [2].

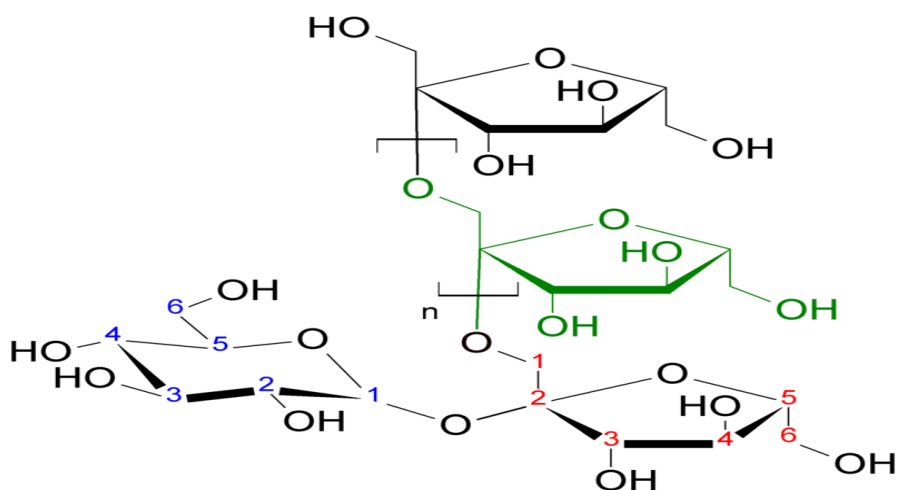


Рис. 1. Структурна формула інуліну

Коріння кульбаби здавна використовували для зміцнення і оздоровлення печінки. Препарати кульбаби покращують травлення, регулюють процеси

обміну речовин, зокрема, при недостатній функції статевих залоз, мають потогінну дію.

Коріння кульбаби має здатність вивести з організму накопичені упродовж довгого часу токсичні речовини – пестициди, забруднювачі, різноманітні хімічні і біологічні домішки. Усе це попереджує запалення суглобів, що може мати місце як наслідок впливу токсичних речовин і пошкоджень клітин вільними радикалами.

В науковій медицині коріння кульбаби вживають як гіркоту для збудження апетиту, як жовчогінний засіб при захворюваннях печінки, жовчного міхура, жовчнокам'яної хвороби, жовтусі, для покращення діяльності кишково-шлункового тракту, при гастриті, коліті, геморої, як легкий послаблюючий засіб при хронічних запорах [3].

Показана можливість застосування препаратів із кульбаби для лікування цукрового діабету. Досліджено вплив 20 % відвару коріння кульбаби на протіканні експериментального аллоксанового діабету. У тварин з цим захворюванням при введенні відвару з 2-го дня від початку досліду у порівнянні з контрольними відмічається зниження рівня глюкози в крові на 10-й, 20-й і 30-й дні. Найбільш вираженим воно було на 30-й день експерименту.

На даний час відсутні препарати, виготовлені з кульбаби лікарської для сучасної медицини та дієтичного харчування, незважаючи на широке розповсюдження цієї рослини по всій території України. Тому особливої уваги заслуговує вивчення процесів екстракції та інтенсифікації процесів екстрагування для вилучення біологічно активних речовин з кульбаби лікарської [4].

Екстракція ускладнюється взаємодією двох взаємопротилежних потоків рідини. Проте оскільки масоперенесення проходить через одні й ті ж пори, то загальна швидкість екстрагування буде визначатися як різниця між швидкістю руху вилучених речовин і швидкістю руху екстрагенту.

На більшості підприємств широко застосовують технологію тривалого настоювання сировини з екстрагентом (водним або водно-спиртовим розчином

з об'ємною часткою спирту 40–80 %). Недоліком цих процесів є тривалість у часі, потреба у великій кількості розчинників, що потребує додаткових витрат. Тому на сьогодні вченими розроблено широкий спектр методів, що сприяють інтенсифікації процесу екстракції [5]. Серед них значну увагу привертають фізичні (ультразвук, низькочастотні апарати і коливання).

Інтенсифікація екстракції, на думку науковців, відбувається за рахунок збільшення поверхні дифузії, зміни різниці концентрацій біля поверхні рослинної сировини і тривалості контактування. На прискорення процесу дифузії впливають такі фактори, як підвищення температури, зменшення розміру частинок речовин, а також в'язкості середовища, тощо. Так, при обробленні рослинної сировини ультразвуком упродовж 10–30 хв при інтенсивності $0,5 \text{ Вт/см}^2$ можливо отримати екстракт високої якості. Застосування низькочастотних механічних коливань при частоті 750 кол/хв і амплітуді 5 мм дозволяє упродовж першої години настоювання вилучити екстрактивних речовин у 2 рази більше ніж за традиційного методу настоювання [6]. Це ще раз підтверджує високу ефективність використання фізичних полів для найбільшого вилучення екстрактивних речовин.

Практичне застосування електромагнітних полів різних діапазонів у біотехнологічній промисловості для інтенсифікації технологічних процесів підтвердила їх ефективність [7].

В літературі існує багато свідчень інтенсифікації технологічних процесів за допомогою високочастотних ультразвукових коливань. В процесі екстракції, або попередньої обробки ультразвуком стружки рослинної сировини, коливання можуть руйнувати протоплазматичну мембрану і тим самим сприяти збільшенню виходу екстракту [8].

Перспективним шляхом ефективної організації екстрагування є комбіновані процеси із залученням бародифузійних мікрохвильових технологій [9]. За останні 10–20 років мікрохвильові технології, що основані на використанні енергії змінного електромагнітного поля високочастотного діапазону широко використовуються в різних галузях промисловості [10].

Метою дослідження було визначення впливу електромагнітного випромінювання надзвичайно високої частоти (60 ГГц) на ефективність екстракції інуліну з кореня кульбаби лікарської (*Traxacum officinale Wigg*) залежно від тривалості дії.

Матеріали і методи. Сировину кульбаби лікарської (коріння) збирали восени 2014 року, коли зів'яло листя. Висушували рослинну сировину до постійної ваги. Екстракцію біологічно активних речовин в сировині кульбаби лікарської проводили наступним чином: у пробірку місткістю 25 мл, вносили 1 г подрібненої сировини (ступінь подрібнення 2–3 мм), додавали 20 мл дистильованої води, після чого проводили процес опромінення.

Джерелом перемінного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) надзвичайно високих частот (60 ГГц) був прилад «Ораторія-IV».

Процедуру опромінення екстрактів кульбаби лікарської проводили у стандартних умовах. Обробку екстрактів ЕМВ проводили при частоті 60 ГГц упродовж 5, 10, 15, 20, 25, 30 хв. Контрольні зразки знаходились за таких же самих умов без опромінення. Кожну опромінену пробірку та контроль витримували на водяній бані за температури 60 °С упродовж 30 хв. Після охолодження екстрактів до кімнатної температури екстракт фільтрували та визначали оптичну густину згідно методики. Визначення вмісту інуліну полягає у окисненні реактивом Фелінга, з утворенням осаду червоно-бурого осаду.

До 5 мл кожного з отриманих екстрактів додавали 4 мл реактива Фелінга та доводили об'єм водою до 15 мл. Розчини ретельно перемішували. Одну з пробірок залишали як контрольний розчин, іншу (досліджуваний розчин) витримували на кип'ячій водяній бані упродовж 10 хв. Вміст пробірки швидко охолоджували та для усунення осаду центрифугували при 4000 об/хв упродовж 10 хв. Після цього вимірювали оптичну густину контрольного розчину за довжини хвилі 670 нм у кюветі товщиною 10 мм, відносно досліджуваного розчину.

Кількість інуліну у відсотках в перерахунку на фруктозу, що міститься в сировині коренів кульбаби лікарської (X_1), визначали за наступною формулою:

$$X_1 = \frac{P * 250 * 100 * 100}{m_{\text{пр}} * 5 * (100 - W)} = \frac{P * 500000}{m_{\text{пр}} * (100 - W)},$$

де P – кількість фруктози, що міститься в 5 мл екстракту, взятого для аналізу (в мг), знайдена за калібрувальним графіком; $m_{\text{пр}}$ – наважка сировини, взятої для виготовлення екстракту (в мг); W – волога в сировині, %.

Результати та їх обговорення. При опроміненні екстракту інуліну з кульбаби лікарської перемінним електромагнітним випромінюванням надзвичайно високої частоти від 5 до 30 хв. було виявлено (рис. 2), що кількість інуліну вже при 5-ти хвилинній обробці ЕМВ надзвичайно високих частот (60 ГГц) підвищувалась на 11,05 % у порівнянні з контролем. При 10-ти хвилинній обробці кількість інуліну збільшилась на 14,06 %, при 15-ти хвилинній – на 15,92 %, при 20-ти хвилинній – на 16,61 %. При 25-ти хвилинному опроміненні кількість інуліну досягала максимуму і сягала підвищення на 20,05 % порівняно з контролем. За 30-ти хвилинної обробки кількість інуліну підвищилась лише на 15, 32 % порівняно з контролем.

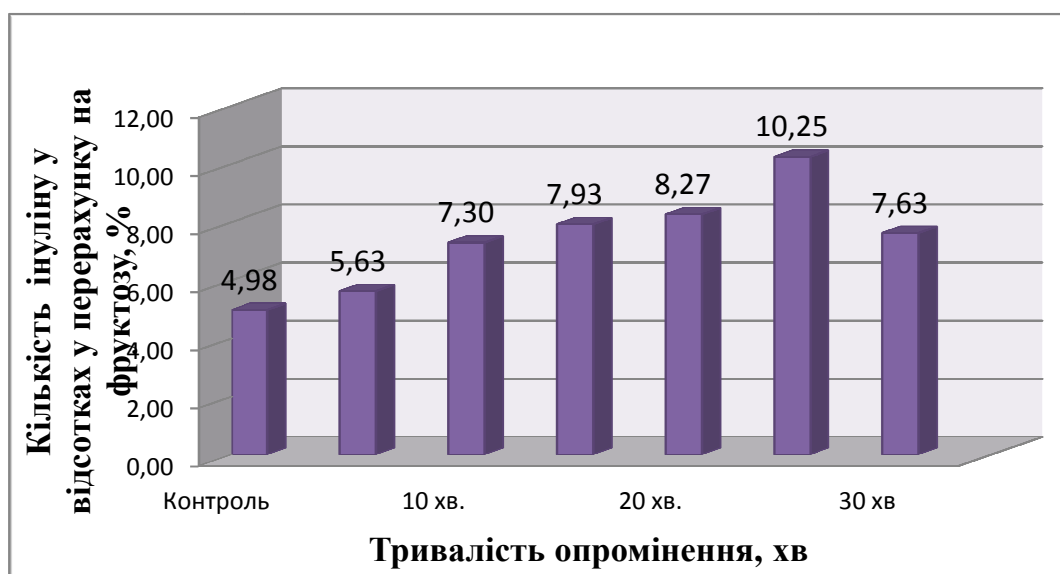


Рис. 2. Вплив ЕМВ надзвичайно високої частоти (60 ГГц) на екстракцію інуліну з кореня кульбаби лікарської

ВИСНОВКИ

1. Виявлено вплив електромагнітного випромінювання надзвичайно високої частоти (60 ГГц) на ефективність екстракції інуліну з кореня кульбаби лікарської.

2. Кількість інуліну в екстракті збільшувалась при опроміненні електромагнітним випромінюванням тривалістю від 5 до 30 хв.

3. Встановлено, що 25-ти хвилинне опромінення екстрактів перемінним електромагнітним полем надзвичайно високої частоти (60 ГГц) є найбільш ефективним для вилучення інуліну з коренів кульбаби. Кількість інуліну при цьому режимі збільшилась на 20,05 % у порівнянні з контролем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Банний И. П. Фармакогностический анализ лекарственного растительного сырья : учебное пособие / И. П. Банний, М. М. Литвиненко. – Х.: Золотые страницы, 2003. – 86 с.

2. Безчаснюк Е. М. Процесс экстрагирования из лекарственного растительного сырья / Безчаснюк Е. М., Дяченко В. В., Кучер О. В. – М.: Фармаком 1, 2003. – 545 с.

3. Гудзенко А. В. Фармакогностичне дослідження надземної частини кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.) та розробка способів аналізу біологічно активних речовин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фарм. наук : спец. 15.00. 02 «Фармацевтична хімія та фармакогнозія» / А. В. Гудзенко. – К., 2008. – 21 с.

4. Державна Фармакопея України (діюче видання) / ДП «Науково-експертний фармакопейний центр». – 1-е видання. – Харків: РІРЕГ, 2001.

5. Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://hesychia.in.ua/taraxacum_officinale_uk.htm

6. Романова З. М. Особливості технології напоїв з нетрадиційної сировини / З. М. Романова, Л. О. Косоголова // Проблеми екологічної біотехнології –

[Електронний ресурс]. – 2013. – №1. – Режим доступу:
<http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/4735/4849>

7. Товароведение и переработка лекарственно-технического сырья в БАД: [уч. пособие] / Р.Ю. Павлюк, В.В. Пожарская [и др.]. – Харьков-Киев: ХГУПиТ, 2003. – 306 с.

8. Цуркан О. О. Вміст біологічно активних речовин у надземній частині кульбаби лікарської залежно від фази вегетації / Цуркан О. О., Ковальчук Т. В., Гудзенко А. В. // Фармацевтичний часопис. – 2007. – № 4. – С. 25.

9. Contribution to the composition of dandelion / [Vitez L., Sluga H., Golc W.A., Mihelich E.] // Nova proizv. – 1986. – Vol. 37, N. 5–6. – P. 193–197.

10. Williams C. A. Flavonoids, cinnamic acid and coumarins from the different tissue and medicinal preparations of *Taraxacum officinale* / Williams C. A., Goldstone F., Greenham I. // Phytochemistry. – 1996. – 42 (1). – P. 121–127.

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОЦЕСС
 ЭКСТРАКЦИИ ИНУЛИНА ИЗ КОРНЕЙ ОДУВАНЧИКА
 ЛЕКАРСТВЕННОГО (*TARAXACUM OFFICINALE* WIGG.)**

Я.В. ДЕМЬЯНОВА, К.Н. ЯБЛОНСКАЯ

Национальный авиационный университет, г. Киев

*Исследовано влияние сверхвысокочастотного электромагнитного излучения (60 ГГц) на эффективность экстракции инулина из корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) Наибольший эффект действия электромагнитного излучения обнаружено при 25-ти минутной обработке экстрактов.*

Ключевые слова: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), экстракция, биологически активные вещества, сверхвысокочастотное электромагнитное излучение

***THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON
EXTRACTION PROCESS OF INULIN FROM ROOTS OF DANDELION
(TARAXACUM OFFICINALE WIGG.)***

Y.V. DEMYANOVA, K.M. YABLONSKA

National Aviation University, Kyiv

The influence of microwave electromagnetic radiation (60 GHz) on the efficiency of inulin extraction from the roots of dandelion (Taraxacum officinale Wigg.) was investigated. The greatest effect of the electromagnetic radiation was observed for extract exposure during 25 minutes.

Key words: *common dandelion (Taraxacum officinale Wigg.), extraction, biologically active substances, microwave electromagnetic radiation*