

Рекомендована д.ф.н., професором Т.Г.Ярних

УДК 615.451. 16 : 638.1 : 577.118

## ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У НАСТОЙЦІ З ЛИЧИНОК ВОГНІВКИ БДЖОЛИНОЇ

О.І.Тихонов, О.Є.Богущька

Національний фармацевтичний університет

**Методом атомно-адсорбційної спектроскопії визначено склад мікроелементів у настойці з личинок вогнівки бджолиної. В розробленому препараті виявлено 28 мікроелементів, які є життєво необхідними та беруть участь в обміні речовин в організмі людини. Отримані експериментальні дані можуть бути використані при розробці методів контролю якості настойки.**

Вивчення ролі мікроелементів в організмі людини посідає особливе місце. Відома біологічна роль мікроелементів як чинників, що проявляють значний вплив на хід і спрямованість обмінних процесів. Мікроелементи володіють здатністю вступати у взаємодію з білками та утворювати з ними металоорганічні комплекси. У ряді випадків останні є настільки специфічними, що без мікроелементного компонента біологічні сполуки втрачають свою активність. Тому підтримка гомеостазу організму передбачає наявність у достатній кількості мінеральних речовин у тканинах органів на фізіологічному рівні. Хоча мікроелементи в організмі присутні у малих кількостях, але вони беруть участь в багатьох біохімічних процесах; існувати без них людина не може. Добова доза споживання мікроелементів для людини, що рекомендується, складає не менше 200 мг. Дефіцит макро- і мікроелементів приводить до розвитку різних патологій. Хвороби і симптоми, які обумовлені недостатньою кількістю, надлишком або дисбалансом мікроелементів, називають мікроелементозами [1, 2, 4].

Метою даної роботи є вивчення складу мікроелементів у настойці з личинок вогнівки бджолиної.

### Експериментальна частина

Аналіз мікроелементів проводили методом атомно-адсорбційної спектроскопії, заснованому на випарюванні золи в дуговому розряді, фотографічній реєстрації розкладеного в спектр випромінювання та вимірюванні інтенсивності спектральних ліній окремих елементів [3, 4, 10].

Підготовка аналізуючої проби складалася в обвугленні матеріалу при нагріванні в муфельній печі з попередньою її обробкою розведеною кислотою сірчаною. Випарювання проб проводилося

з кратерів графічних електродів у розряді дуги перемінного струму з джерелом збудження спектрів типу ІВS-28 при силі струму 16 А та експозиції 60 с. Для одержання спектрів та їх реєстрації використовували спектрограф ДФС-8 з дифракційною решіткою 600 штр/мм і тринізною системою освітлення щілини. Вимірювання інтенсивності ліній у спектрах аналізованих проб та градуйованих зразків проводився за допомогою мікрофотометра МФ-1.

У ході аналізу фотометрували наступні лінії в спектрах проб і градуйованого зразка (нм): Al — 308,2; Ag — 328,0; As — 286,0; V — 249,6; Bi — 306,7; Cd — 326,1; Z — 345,3; Cr — 302,1; Cu — 324,7; Hg — 253,6; Mn — 280,1; Mo — 317,0; Ni — 305,0; Pb — 283,3; Sb — 259,8; Sn — 303,4; Sr — 346,4; Ti — 307; Zn — 328,2.

Для кількісного аналізу використовували штучно приготовлені градуйовані (стандартні) зразки, специфічні для кожного виду речовин. Інтервал обумовлених змістів (мас. % до золи) складає: Mn — від  $2 \cdot 10^{-4}$  до 1; Cu — від  $1 \cdot 10^{-4}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$ ; Ni, Ge, Pb, Ga, Ag, Sn — від  $5 \cdot 10^{-4}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$ ; Cd — від  $5 \cdot 10^{-3}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$ ; V, Mo, Co, Cr — від  $2 \cdot 10^{-4}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$ ; Ti — від  $5 \cdot 10^{-4}$  до 1; Sr — від  $1 \cdot 10^{-4}$  до 1; Zn — від  $1 \cdot 10^{-2}$  до 2.

Для кількісного аналізу використовували приготовлені стандартні градуйовані зразки, специфічні для кожного виду речовин. За основу для приготування градуйованих зразків брали суміш оксидів і солей металів. Для приготування 200 г основи брали маси наважок наступних речовин (г): SiO<sub>2</sub> — 36; K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 40; CaCO<sub>3</sub> — 40; KCl — 14; Mg — 10; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 30; KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> — 30.

Взяті наважки та фторопластмасові кулі поміщали у фторопластову склянку з кришкою і проводили змішування компонентів основи на кульковому млині зі швидкістю обертання барабану 80 об/хв протягом 6 год. Отриману суміш прожарювали у кварцових тиглях у муфельній печі при t 500°C протягом 5 год.

**Приготування градуйованих зразків.** Градуйовані зразки готували послідовним розведенням основою вихідного градуйованого зразка №9, у яко-

Таблиця 1

Маси наважок оксидів металів, взяті для приготування 10,0 г градуйованого зразка №9

Основи для приготування градуйованого зразка — 7.6311			
NiO — 0.1688	ZnO — 0.2488	MoO <sub>3</sub> — 0.1500	VnO <sub>2</sub> — 0.1582
SnO <sub>2</sub> — 0.1269	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 0.1407	AgCl — 0.0664	PbO — 0.1077
GeO <sub>2</sub> — 0.1441	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 0.1344	CuO — 0.0682	SrCO <sub>3</sub> — 0.1685
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — 0.1784	Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 0.1409	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 0.1461	CdO — 0.2284

му масова частка Cu складає 0,5%; Mn, Ag, Ga, Ge, Ti, Ni, V, Mo, Co, Sn, Sr, Cr — 1,0%, Cd, Zn — 2% (у перерахунку на метал).

При приготуванні градуйованого зразка №9 у ступці з фторопласту ретельно перемішували основу з оксидами визначених металів протягом 4 год у присутності 50 мл етанолу та 2 год після його випарювання, при цьому оксиди металів попередньо доводили до постійної маси в сушильній шафі при t 120°C та в муфельній печі (для TiO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) при t 1000°C. В табл. 1 наведено маси наважок (у г), взяті для приготування 10,0 г градуйованого зразка №9 (погрішність зважування складає не більше 0,0002 г).

Комплект градуйованих зразків №№1-8 з до-бавками визначених елементів у діапазоні змістів  $1 \cdot 10^{-1}$  —  $2,5 \cdot 10^{-4}$  готували послідовним розведенням градуйованого зразка №9 основою відповідно до зазначених даних у табл. 2.

Кожен градуйований зразок розтирали з етанолом у кількості 50 мл протягом 2 год. Після висушування порошку усі зразки розтирали ще раз протягом 1 год. Потім зразки розтирали з вугільним порошком у співвідношенні 1:1 по масі також протягом 1 год. У кварцовий тигель вносили наважки сухої сировини в кількості не менше 3,0 г (погрішність зважування — 0,0002 г), змочували 10 мл 5% розчину кислоти сірчаної і висушували спочатку в сушильній шафі при t 100°C, а потім на електричній плитці до видалення парів сірчаної кислоти. Тигель

переносили в холодну муфельну піч. Температуру печі доводили до 500°C, прожарювали протягом 1 год, а потім охолоджували і зважували.

До отриманої золи додавали таку ж кількість (за масою) графітового порошку і ретельно перемішували в ступці з оргскла. Отриману пробу і робочі градуйовані зразки (№№1-9) набивали в кратери верхніх і нижніх електродів. Для кожної проби і градуйованого зразка готували не менше трьох електронних пар: Ga — 294,3; Ge — 303,9; Zn — 328,2.

Підготовку приладів до роботи здійснювали відповідно до інструкцій з їх експлуатації, дотримуючись при цьому наступних умов фотографування спектрів:

- сила струму дуги перемінного струму — 16 А;
- фаза підпалу — 600;
- частота підпалюючих імпульсів — 100 розрядів в секунду;
- аналітичний проміжок — 2 мм;
- ширина щілини спектрографа — 0,015 мм;
- експозиція — 60 с.

Спектри знімали в області 230-330 нм. У ході експерименту фотопластинки проявляли, сушили, а потім фотометрували лінії у спектрах проб і градуйованого зразка (в нм), а також у виникаючому біля них фоні. За результатами експерименту для кожного елемента розраховували різниці по-чорніння лінії і фону для спектрів проб і градуйованого зразка, після чого будували градуйований графік у координатах: середнє значення різниці

Таблиця 2

Приготування комплекту градуйованих зразків

Зразок, №	Cu	Введено в % до основи Mn, Ag, Ga, Ge, Cd, Ti, Pb, Ni, V, Mo, Co, Cr, Sr	Zn, Cd	№ зразка, що додають	Маса зразка, г	Маса основи, г
1	—	—	—	—	—	10
2	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	5	1	9
3	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	6	1	9
4	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	7	1	9
5	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	7	2,5	7,5
6	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	8	0,5	9,5
7	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	8	1	9
8	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	9	1	9

Таблиця 3

Результати дослідження мікроелементів настойки з личинок вогнівки бджолоїної методом атомно-адсорбційної спектроскопії

Елемент	Кількість, мг/%	Елемент	Кількість, мг/%	Елемент	Кількість, мг/%
Fe	580	Ni	0.05	Sr	0.2
Si	260	Bi	<0.05	P	20
B	<0.1	Mo	0.02	Ca	230
Mn	1.4	V	<0.02	Mg	560
Al	150	Cu	0.4	Ge	<0.01
Pb	0.02	Ti	—	Sb	<0.01
Cr	0.5	Ag	0.01	Cd	<0.01
Sn	<0.03	Zn	20	As	<0.01
Ga	0.05	K	1250	Hg	<0.01
Co	<0.05	Na	4320		

почорніння лінії і фону — логарифм вмісту елемента у градуйованому зразку. По цьому графіку визначали вміст елемента в золі (а), виражений у відсотках. Вміст елемента в матеріалі визначали за формулою:

$$x = \frac{a \cdot m}{M},$$

де:  $m$  — маса золи, г;  $M$  — маса порошку матеріалу, взята для аналізу.

При аналізі також враховувались нижні межі вмісту домішок у зольному залишку матеріалу, що складає для Cu —  $1 \cdot 10^{-4}$ ; Zn, Cr, Mo, Mn, V —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; Ag, Ga, Ge, Ni, Pb, Sn, Ti —  $5 \cdot 10^{-4}$ ; Sr, Zn —  $1 \cdot 10^{-2}$ . Відносні стандартні відхилення для різних елементів при вмісті в золі, що перевищують нижню границю в 5-10 разів, складають 0,12-0,20.

#### Результати та їх обговорення

Результати вмісту мікроелементів у настойці наведені в табл. 3.

Проведені дослідження свідчать, що в настойці з вогнівки бджолоїної методом атомно-адсорбційної спектроскопії виявлено 28 мікроелементів, з яких Na, K, Fe, Mg містяться в найбільшій кількості від 560 до 4320 мг/%; Si, Ca, Al, Zn, P — у діапазоні від 20 до 260 мг/%; інші мікроелементи — B, Mn, Pb, Cr, Sn, Ga, Co, Ni, Bi, Mo, V, Cu, Ag, Sr, Ge, Sb, Cd, As, Hg містяться в настойці в невеликих кількостях — від 0,01 до 1,4 мг/%. Ti у складі настойки відсутній.

Останніми роками в харчовому раціоні людини спостерігається зменшення частки ряду деяких незамінних компонентів їжі, що пов'язано також з її якістю. До їх числа відносяться і мікроелементи (залізо, мідь, цинк, кобальт, марганець, селен та ін.) [1, 2].

За сучасними даними більше 30 мікроелементів вважаються необхідними для життєдіяльності організму людини. Недостатнє надходження мікроелементів з їжею в організм людини спричиняє зміни

її фізіологічного стану або значні порушення метаболізму, а також виникнення патології в різних системах організму. Регуляторні процеси перестають забезпечувати рівновагу між внутрішнім середовищем та концентрацією речовин [1, 2, 4].

Схожість якісного мінерального складу крові та розробленого препарату, який швидко всмоктується в шлунково-кишковому тракті, обумовлює можливість заміщення необхідних макро- та мікроелементів [4-9]. Наприклад, настойка з личинок вогнівки бджолоїної може бути джерелом заліза при його дефіциті в організмі людини, пов'язаному найчастіше з аліментарним порушенням, причиною яких є розвиток анемії. За даними ВООЗ 4/5 всіх аліментарних анемії складають залізодефіцитні. Дефіцит заліза дотепер залишається широко розповсюдженою патологією, на яку страждає кожен п'ятий житель нашої планети. Дефіцит заліза часто виникає у дітей і жінок дітородного віку, що споживають їжу з відносно низькою енергетичною цінністю.

У препараті досить багато калію (1250 мг/%), який має значення в утворенні буферних систем організму. Калій в деяких фізіологічних процесах виступає як антагоніст натрію. Сполуки калію позитивно впливають на колоїдний стан тканин, зменшуючи гідратацію тканинних білків, сприяючи виведенню рідини з організму. Тому препарати з високим вмістом калію служать ефективним засобом для підвищення діурезу і посилення виведення натрію, що і використовують при нирковій недостатності та серцевих хворобах.

У настойці досить багато кальцію та магнію (230 мг/% і 560 мг/% відповідно). Перший елемент формує кісткову тканину, другий, як відомо, бере участь у роботі нервової системи. Кальцій — необхідний елемент для підтримки нервово-м'язової збудливості, він бере участь у такому важливому процесі як зсідання крові, чинить вплив на проникність клітинних мембран та ін. [1, 2, 4].

У розробленому препараті міститься 20 мг/% таких важливих елементів для організму як фосфор і цинк. Фосфорні сполуки в організмі відіграють особливо важливу роль у діяльності головного мозку, скелетних і серцевих м'язів, а також потових залоз. Цинк підвищує стан імунної системи, бере участь у роботі підшлункової, передміхурової та щитоподібної залоз, підвищує еластичність судин; функціональний стан нервової системи, покращує серцеву діяльність.

Підвищує діяльність імунної системи та покращує психоемоційний стан також селен, присутній в препараті в кількості 260 мг/%; він проявляє протипухлинний захист клітин в організмі людини.

## ВИСНОВКИ

1. За допомогою методу атомно-адсорбційної спектроскопії проведено дослідження мікроелементів настойки з личинок вогнівки бджолої.

2. В розробленому препараті виявлено 28 макро- та мікроелементів.

3. В настійці у великих кількостях містяться такі мікроелементи як Na, K, Fe, а також у значній кількості Si, Mg, Ca, Al, Zn, P.

4. У препараті в невеликих кількостях присутні В, Mn, Pb, Cr, Sn, Ga, Co, Ni, Bi, Mo, V, Cu, Ag, Sr, Ge, Sb, Cd, As, Hg.

5. Розроблений препарат може бути джерелом макро- і мікроелементів для організму людини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Березин Т.Г., Коровин Б.Ф. *Биологическая химия* / Под ред. С.С.Дебова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1990. — 528 с.
2. *Витамины и минеральные вещества: Полная энциклопедия* / Сост. Т.П.Емельянова. — С.Пб.: ИД "Весь", 2001. — 368 с.
3. *Державна фармакопея України / Державне підприємство "Науково-експертний фармакопейний центр"*. — 1-е вид. — Х.: PIPEP, 2001. — 556 с.
4. Шпичак О.С., Тихонов А.И., Богуцкая Е.Е. / *Зб. наук. статей "Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики"*. — Вип. XII. — Т. III. — Запоріжжя, 2004. — С. 99-105.
5. Bogdan Kedzia, Elzbieta Holderna-Kedzia. *Lecznscze dzialanie msodu pzczelego w chorobach wewnetrznych*. — Copyright by MedPharm Polska, 2010. — 390 p.
6. Stryer L. *Biochemistry*. — W. H. Freeman and Compani. — New York, 1995. — 1064 p.
7. *Teoria i praktyka wytwarzania leczniczych preparatow propolisowych* / A.I.Tichonow, T.G.Jarnych, W.P.Czernych, I.A.Zupanic, S.A.Tichonowa; Pod red. akademika A.I.Tichonowa. — Polska, Krakow, drukarnia "Marka", 2006. — 274 p.
8. Tikhonov A.I., Yarnykh T.G., Shpichak O.S., Bogutskaya E.E. // *XX Naukowy zjazd polskiego towarzystwa farmaceutycznego pod honorowym patronatem ministra zdrowia Streszczenia Tom I* — Katowice — Spodek. 25-28 wrzesnia, 2007. — P. 340.
9. Tikhonov A.I., Shpichak O.S., Bogutskaya E.E. / *International Scientific Conference "Pharmacy in contemporary society"*. — Kaunas. — lapkricio 21 d, 2003. — P. 89-92.
10. *USP Pharmacists Pharmacopoeia*. — II ed. — Rockville: The United State Pharmacopoeial, inc., 2008. — 1519 p.

УДК 615.451.16 : 638.1 : 577.118

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НАСТОЙКЕ ИЗ ЛИЧИНОК ОГНЕВКИ ПЧЕЛИНОЙ

А.И.Тихонов, Е.Е.Богуцкая

Методом атомно-адсорбционной спектроскопии изучено состав микроэлементов в настойке из личинок огневки пчелиной. В разработанном препарате выявлено 28 микроэлементов, которые жизненно необходимы и принимают участие в обмене веществ в организме человека. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы в разработке методов контроля качества настойки.

UDC 615.451.16 : 638.1 : 577.118

THE INVESTIGATION OF THE MICROELEMENTS COMPOSITION IN THE TINCTURE FROM BEE LARVA

O.I.Tikhonov, O.Ye.Bogutskaya

The composition of microelements in the tincture from bee larva has been determined by atomic adsorptive spectroscopy. There are 28 microelements in the medicine developed, they are vital and take part in the metabolism in the human organism. The experimental data obtained can be used for development of methods for the tincture quality control.