

Рекомендована д.ф.н., професором А.Г.Сербіним

УДК 577.112.3:577.118:582.272.42

## МАКРО-, МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ ТА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БУРОЇ ВОДРОСТІ *PADINA PAVONICA*

Х.М.Канаан, О.В.Криворучко, С.Авада, А.Яссін

Ліванський університет, фармацевтичний факультет  
Національний фармацевтичний університет

**Методом атомно-емісійної спектрометрії визначено кількісний вміст 19 макро- і мікроелементів у сланях *Padina pavonica*, полісахаридному комплексі та ліпофільному екстракті сировини. За допомогою амінокислотного аналізатора LKB 4151 "Альфа Плюс" (Швеція) у сланях *Padina pavonica* і полісахаридному комплексі сировини встановлено кількісний вміст 15 амінокислот, з яких 9 — незамінні.**

Водорості в таксономічному відношенні є унікальною групою рослин, оскільки мають деяку схожість із бактеріями, вищими рослинами, грибами і тваринами. Це позначається на їхній хімічній структурі, дії та в термінології (наприклад, морські біополімери, морські полісахариди, морські ліпіди і тому подібне) [7]. Відома здатність водоростей накопичувати деякі метали в 1000-10000 разів більше в порівнянні з їх вмістом у воді [12, 13]. Поглинання важких металів водоростями з води відбувається безпосередньо всією поверхнею талому. Передбачається, що цей процес відбувається пасивно, тобто з водної фази, що граничить із поверхнею талому, а розчинені метали сорбуються на поверхні клітин, потім шляхом дифузії опиняються в клітинах і вже звідти переміщуються по всьому сланю рослини. Можливий також енергетично залежний процес накопичування [1]. Багато дослідників вважає, що механізми сорбції елементів (таких як Zn, Cu, Mn, Fe) на поверхню клітин пов'язані з фотосинтезуючою і дихальною активністю. В результаті виділення і поглинання кисню середовище навколо клітин підлягає, утворюються гідроокиси металів. Таким чином, при локальному підвищенні рН метали фіксуються на поверхні клітин [8]. Частка металів може знаходитися в рослинах в іонному стані, не будучи пов'язаною з внутрішньоклітинними поєднаннями, а частка утворює порівняно стійкі комплексні сполуки з білками, порфіринами, фосфатами, хінонами, ліпідами і полісахаридами, які беруть участь в обмінних процесах. Одні й ті ж метали можуть утворювати комплекси з

білками (Fe, Zn, Cr, Mo), флавінами (Fe, Mo, Mn), порфіринами (Fe, Ni, Ti, Cu, Mn). І.В.Тропін прийшов до висновку, що всі досліджувані метали зв'язуються полісахаридами, а білками — переважно Cu та рідше Cd, Mn, Ni і Zn [10]. Водорості є гетерогенними організмами, тому вміст металів навіть у одного виду, що походить із різних місць, сильно змінюється, оскільки залежить від багатьох екологічних чинників і фізіологічного стану рослини під час її збору [9, 12, 16, 19-21].

Авторами проводиться фітохімічне вивчення сланей падини павиної (*Padina pavonica* (L.) Gaill.) — морської водорості родини диктіотових (Dictyotaceae) [4, 21]. Раніше було досліджено ліпофільний екстракт сировини, визначено в ньому кількісний вміст жирних кислот, каротиноїдів та хлорофілів. Метою даної роботи є вивчення макро-, мікроелементного та амінокислотного складу сланей *Padina pavonica*. Із літературних джерел відомо, що водорості роду *Padina* містять різні групи біологічно активних сполук: полісахариди (альгінову кислоту, фукоїдан, ламінаран та ін.), ліпіди, білки, поліфеноли, пігменти, макро- і мікроелементи, ферменти; мають антимікробну, антикоагулянтну, антиоксидантну, цитотоксичну активність, широко застосовуються в косметології, оскільки перешкоджають процесу старіння шкіри [4, 11, 14, 15, 17, 18, 22-27].

### Матеріали та методи

Для проведення досліджень нами у липні 2007 р. в прибережній смузі Середземного моря біля с. Тир (Ліван) були заготовлені слані падини павиної. Кількісний вміст макро- і мікроелементів визначали як у сировині, так і в отриманих із неї полісахаридному комплексі (ПСК) і ліпофільному екстракті. Полісахаридний комплекс із сланей падини отримували загальновідомим методом (екстракцією водою і подальшим осадженням полісахаридів 96% етанолом) [3], ліпофільний екстракт — методом вичерпної екстракції хлороформом в апараті Сокслета [4].

Для вивчення елементного складу використовували атомно-емісійний спектральний аналіз, заснований на повному випарюванні попередньо

Таблиця 1

Кількісний вміст макро- і мікроелементів у сланях падини павиної, полісахаридному комплексі та ліпофільному екстракті сировини

Елемент	Вміст елемента, мг/100 г			Елемент	Вміст елемента, мг/100 г		
	№1	№2	№3		№1	№2	№3
Ca	3030	6430	820	Zn	7	20	5
Mg	1430	2140	270	Cu	1	0,7	3
Si	1430	3810	240	Ni	0,5	1	0,5
K	1070	21420	<10	Pb	0,4	1	0,5
Na	530	2140	60	Mo	0,2	0,35	0,04
Sr	160	40	7	Co	<0,03	<0,03	<0,03
P	70	70	200	Cd	<0,01	<0,01	<0,01
Fe	40	110	90	As	<0,01	<0,01	<0,01
Al	40	407	50	Hg	<0,01	<0,01	<0,01
Mn	20	20	5				

Примітка: №1 — слані падини павиної; №2 — полісахаридний комплекс, отриманий зі сланей падини павиної; №3 — ліпофільний екстракт, отриманий зі сланей падини павиної.

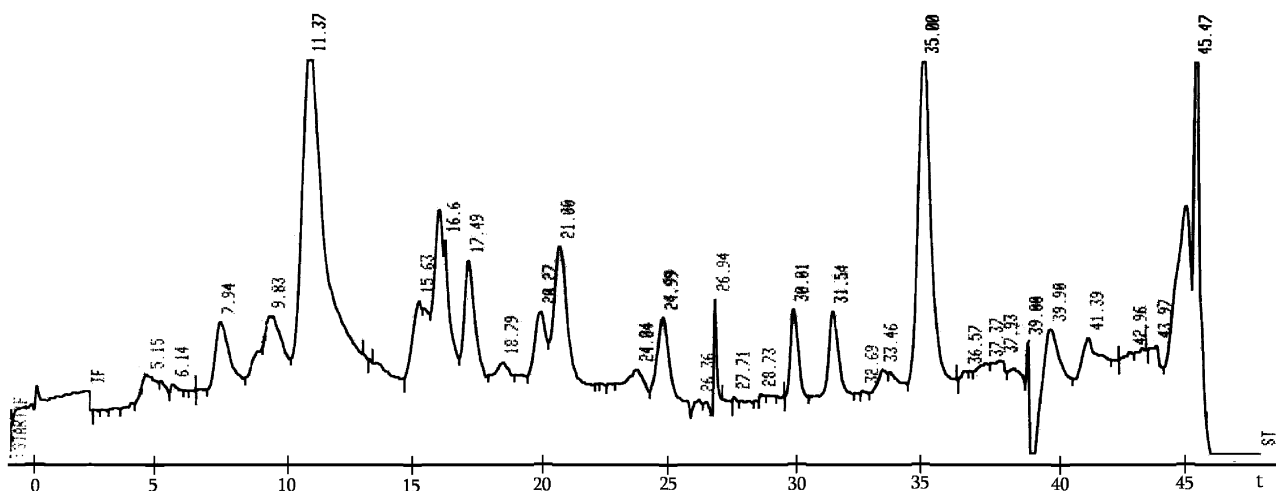


Рис. 1. Хроматограма амінокислотного складу білків сланей падини павиної.

сконцентрованої проби зразка з кратерів графітових електродів в дугу, що горить при силі струму 16 А, напрузі — 220 В, експозиції — 60 с (джерело збудження — ИВС-28), і реєстрації випромінювання спектрографом ДФС-8 (область спектра — 250-350 нм). Для переходу від значень аналітичних сигналів (почорнінь ліній визначуваних елементів) до концентрацій використовували комплект градуйованих зразків [6].

Амінокислотний склад білків у сланях падини павиної і в ПСК визначали за допомогою амінокислотного аналізатора LKB 4151 “Альфа Плюс” (Швеція) на колонці, заповненій катіонообмінною смолою “Ultropac-8” відповідно до інструкції [5]. Вміст загального білка в досліджуваних зразках визначали методом Кельдаля [2].

**Результати та їх обговорення**

У результаті проведених досліджень (табл. 1) встановлено, що в усіх зразках спостерігається високий вміст життєво необхідних елементів: Ca, Mg, K, Na, P, Fe і Zn. У сланях падини павиної в порядку зменшення вмісту визначені: Ca>Mg=Si>>K>Na>Sr>P>Fe=Al>Mn>Zn>Cu>Ni>Pb>Mo>Co>>Cd=As=Hg; у полісахаридному комплексі: K>Ca>>Si>Mg=NaAl>Fe>P>Sr>Mn=ZnNi=Pb>Cu>Mo>>Co>Cd=As=Hg; у ліпофільному екстракті: Ca>>Mg>Si>P>Fe>Na>Al>K>Sr>Mn=Zn>Cu>Ni=PbMo>Co>Cd=As=Hg.

Слід звернути увагу на те, що в полісахаридному комплексі падини павиної вміст Pb знаходиться на межі міжнародних норм ГДК, вміст інших важких металів — в межах норми. Ретельне очи-

Таблиця 2

Кількісний вміст амінокислот у сланях падини павиної  
і полісахаридному комплексі (ПСК) сировини

Назва амінокислоти	Загальна формула	Вміст % на суху вагу	
		Слані падини павиної	ПСК
Аспарагінова кислота	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> O <sub>4</sub> N	0,604	0,298
Треонін	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O <sub>3</sub> N	0,273	0,048
Серин	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O <sub>3</sub> N	0,446	0,054
Глутамінова кислота	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> O <sub>4</sub> N	1,598	0,426
Гліцин	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> N	0,273	0,095
Аланін	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> N	0,688	0,167
Валін	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> O <sub>2</sub> N	0,452	0,174
Метіонін	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> O <sub>2</sub> NS	0,288	0,016
Ізолейцин	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> O <sub>2</sub> N	0,167	0,080
Лейцин	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> O <sub>2</sub> N	0,796	0,192
Тирозин	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> O <sub>3</sub> N	0,280	0,078
Фенілаланін	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> O <sub>2</sub> N	0,399	0,096
Гістидин	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	0,151	0,099
Лізин	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	0,364	0,125
Аргінін	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	0,471	0,189

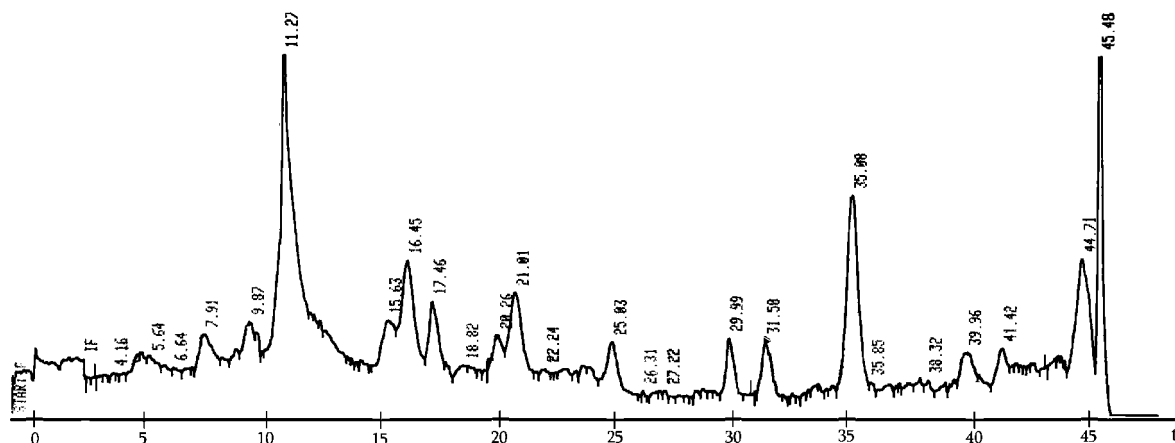


Рис. 2. Хроматограма амінокислотного складу білків полісахаридного комплексу падини павиної.

шення водоростей перед використанням і збір у певний час (навесні) дозволять знизити в них вміст деяких важких металів. Відомо, наприклад, що у фукусових водоростях відмічався високий вміст металів взимку (період спокою), зменшення його навесні (період інтенсивного зростання) і знову збільшення влітку (період уповільнення зростання і старіння талому) [10].

Вміст білка в сланях падини павиної складає 8,59% (на суху вагу), у ПСК — 2,46%. Амінокислотний склад білків досліджуваних зразків представлений на рис. 1, 2 і в табл. 2. Як видно з результатів дослідження, в усіх зразках виявлено 15 амінокислот (аспарагінову кислоту, треонін,

серин, глутамінову кислоту, гліцин, аланін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, тирозин, фенілаланін, гістидин, лізин, аргінін), у тому числі 9 незамінних (треонін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, фенілаланін, гістидин, лізин і аргінін), причому переважають глутамінова та аспарагінова кислоти, лейцин, аланін, аргінін і валін.

#### ВИСНОВКИ

1. Зі сланей падини павиної загальновідомими методами отримані полісахаридний комплекс і ліпофільний екстракт.

2. Методом атомно-емісійної спектроскопії визначено кількісний вміст 19 макро- і мікроелементів у сланях падини павиної, полісахаридному

комплексі та ліпофільному екстракті, отриманих із цього виду сировини.

3. Встановлено вміст білка в сланях падини і ПСК, який складає 8,59% (на суху вагу) і 2,46% відповідно.

4. Вивчено амінокислотний склад білків досліджуваної бурої водорості і ПСК. У зразках визначено кількісний вміст 15 амінокислот, у тому

числі 9 незамінних, причому переважають глутамінова та аспарагінова кислоти, лейцин, аланін, аргінін і валін.

5. Слані падини павиної є перспективною сировиною для подальшого вивчення і створення на їх основі різних біологічно активних харчових добавок, фармакологічних і косметичних засобів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бурдин К.С., Крупина М.В., Савельев И.Б. // *Вестник МГУ*. — 1990. — Сер. 16. Биология. — №2. — С. 139-149.
2. Василенко И.И., Комаров В.И. *Оценка качества зерна: Справочник*. — М.: Агропромиздат, 1987. — 208 с.
3. *Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР*. — 11-е изд., доп. — М.: Медицина, 1989. — 400 с.
4. Канаан Х.М., Криворучко Е.В., Халаф Г. и др. // *ЖОФХ*. — 2008. — Т. 6, №2 (22). — С. 71-75.
5. Канаан Х.М., Криворучко О.В., Маклауф Х.Я. // *Вісник фармації*. — 2003. — №4 (36). — С. 60-63.
6. Криворучко О.В. // *Медицина хімія*. — 2008. — Т. 10, №4. — С. 73-76.
7. Лоенко Ю.Н., Лямкин Г.П., Артюков А.А. и др. // *Растит. ресурсы*. — 1991. — Т. 27, Вып. 1. — С. 150-160.
8. Патин С.А., Морозов Н.П. *Микроэлементы в морских организмах и экосистемах*. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 153 с.
9. Саенко Г.Н. *Металлы и галогены в морских организмах*. — М.: Наука, 1992. — 200 с.
10. Тропин И.В. *Экологические и биохимические аспекты аккумуляции некоторых тяжелых металлов морскими макроводорослями: Автореф. дис. ... канд. биол. наук*. — М., 1992. — 20 с.
11. Andrade L.R., Salgado L.T., Farina M. et al. // *J. Struct. Biol.* — 2004. — Vol. 145. — P. 216-225.
12. Bailey R.C., Stokes P.M. // *Aquat. Toxicol. and Hazard Assessment. 7-th Symp.* - Philadelphia, 1985. — P. 117.
13. Bando R. // *Mem. Isy. Ital. Hydrobiol. Doff. M. Marchi*. — 1985. — Vol. 43. — P. 281-289.
14. Campanella L., Conti M.E., Cubadda F., Sucapane C. // *Environ. Pollut.* — 2001. — Vol. 111, №1. — P. 117-126.
15. Chandini S.K., Ganesan P., Bhaskar N. // *Food Chemistry*. — 2008. — Vol. 107. — P. 707-713.
16. Eide I., Myklestad S., Melsom S. // *Environ. Pollut.* — 1980. — Vol. 23. — P. 19-28.
17. Hegazi M.M., Perez-Ruzafa A., Almela L., Candela M.-E. // *J. Chromatogr.* — 1998. — Vol. 829. — P. 153-159.
18. Hussein M.M., Abdell-Aziz A., Salem H.M. // *Phytochemistry*. — 1980. — Vol. 19, №10. — P. 2131-2132.
19. Kanaan H., Krivoruchko O.V., Makhlof H. et al. // *Arab J. of Pharmac. Sci.* — 2004. — Vol. 2, №9. — P. 85-92.
20. Kanaan H., Krivoruchko O.V., Makhlof H. et al. // *Arab J. of Pharmac. Sci.* — 2004. — Vol. 2, №8. — P. 15-21.
21. Kanaan H., Krivoruchko O.V., Makhlof H. et al. // *Arab J. of Pharmac. Sci.* — 2005. — Vol. 2, №10. — P. 21-28.
22. Ktari L., Guyot M. // *J. Appl. Phycol.* — 1999. — Vol. 11, №6. — P. 511-513.
23. Parveen A., Viqar S. // *Rec. Zool. Surv. Pakistan*. — 2002. — Vol. 14. — P. 1-4.
24. Ping Xin Sheng, Yen-Peng Ting, J. Paul Chen et al. // *J. of Colloid and Interface Sci.* — 2004. — Vol. 275, №1. — P. 131-141.
25. Shanmugam M., Mody K.H. // *Current Sci.* — 2000. — Vol. 79, №12. — P. 1672-1683.
26. Tuney I., Cadirci B.H., Unal D. et al. // *Turk. J. Biol.* — 2006. — Vol. 30. — P. 171-175.
27. Wahbeh M.I. // *Aquaculture*. — 1997. — Vol. 159, №1-2. — P. 101-109.

УДК 577.112.3:577.118:582.272.42

МАКРО-, МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БУРОЙ ВОДРОСЛИ PADINA PAVONICA

Х.М.Канаан, Е.В.Криворучко, С.Авада, А.Яссин

Методом атомно-эмиссионной спектрометрии определено количественное содержание 19 макро- и микроэлементов в слоевищах Padina pavonica, полисахаридном комплексе и липофильном экстракте сырья. С помощью аминокислотного анализатора LKB 4151 "Альфа Плюс" (Швеция) в слоевищах Padina pavonica и полисахаридном комплексе сырья установлено количественное содержание 15 аминокислот, из которых 9 — незаменимые.

UDC 577.112.3:577.118:582.272.42

THE STUDY OF MACRO-, MICROELEMENTS AND AMINO ACIDS COMPOSITION FROM BROWN ALGAE OF PADINA PAVONICA

H.M.Kanaan, Ye.V.Krivoruchko, S.Awada, A.Yassin

The quantitative determination of 19 macro- and microelements in the raw material, the polysaccharide complex and the lipophilic extract from Padina pavonia has been performed by the method of atomic-emission spectrometry. The quantitative content of 15 amino acids including 9 essential ones have been found in the raw material and the polysaccharide complex from Padina pavonia by amino acid analyzer LKB 4151 "Alpha-Plus" (Sweden).