



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОРОШКА БОДЯГИ УКРАИНСКОЙ И КИТАЙСКОЙ

**Ю.С. ЦЕЛЮБА**  
**В.С. КИСЛИЧЕНКО**

*Национальный  
Фармацевтический  
университет,  
г. Харьков, Украина*

*e-mail: yulchik\_05@mail.ru*

В статье изложены результаты комплексного исследования бодяги украинской и китайской. Были определены внешний вид, микроскопические признаки, органолептические свойства, технологические параметры, качественный состав и количественное содержание аминокислот, макро-, микроэлементов в порошке бодяги, а также каротиноидов и хлорофиллов в полученных липофильных фракциях.

Ключевые слова: бодяга, аминокислоты, микро- и макроэлементы, каротиноиды, хлорофиллы, технологические параметры.

### Введение.

Бодяга, или речная губка, относится к отряду губок со скелетом из кремнезема – *Spongilla fluviatilis* Lieberkuhn, *Spongillala custris* Carter к классу кишечнополостных – *Demospongiae*. Губки – неподвижные колониальные животные, состоящие из большого количества соединенных между собой организмов. По внешнему виду губки очень напоминают растения. Они располагаются на подводных предметах (камнях, спаях, корягах и др.), по которым стелются в виде наростов или разветвленных кустиков.

**Целью исследования** стало изучение фармакотехнологических, микроскопических и физико-химических свойств порошка бодяги (украинской и китайской, наиболее распространенных на рынке Украины) с целью сравнения и последующего выбора перспективного объекта для производства косметических средств. Для этого были изучены внешний вид, микроскопические признаки, органолептические свойства, технологические параметры, качественный состав и количественное содержание некоторых биологически активных веществ бодяги.

### Материалы и методы.

Внешний вид и органолептические свойства бодяги определяли визуально.

Объемный вес ( $d_0$ ) – это соотношение измельченного сырья при природной или заданной влажности к ее полному объему, который включает поры, трещины и капилляры, заполненные воздухом [1], рассчитывается по формуле:

$$d_0 = \frac{P_0}{V_0}, \text{ г/см}^3,$$

где:  $P_0$  – вес измельченного сырья при природной или заданной влажности, г;  $V_0$  – объем, который занимает сырье, см<sup>3</sup>.

Текучесть (ГФУ 1.0, 2.9.16) определяли методом лейки с виброустройством с помощью прибора ВП 12А Мариупольского завода технологического оборудования [2, 3].

Удельный вес ( $d_y$ ) представляет собой массу абсолютно сухого измельченного сырья к объему растительной ткани [1]. Расчет удельного веса ( $d_y$ ) проводили по формуле:

$$d_y = \frac{P \times d_{ж}}{P + G - F}, \text{ г/см}^3,$$

где:  $P$  – масса абсолютно сухого измельченного сырья, г;  $G$  – масса пикнометра с водой, г;  $F$  – масса пикнометра с водой и сырьем, г;  $d_{ж}$  – удельный вес воды, г/см<sup>3</sup> ( $d_{ж} = 0,9982$  г/см<sup>3</sup>).

Насыпная масса ( $d_n$ ) – это отношение массы измельченного сырья при природной влажности до занятого сырьем полного объема, который включает частички пор и пустоты между ними [1]. Расчет насыпной массы ( $d_n$ ) проводили по формуле (2.5):

$$d_n = \frac{P_n}{V_n}, \text{ г/см}^3,$$

где:  $P_n$  – вес измельченного сырья при природной или заданной влажности, г;  $V_n$  – объем, который занимает сырье, см<sup>3</sup>.

Определив объемную массу, удельный вес и насыпную массу, рассчитывали пористость, порозность и свободный объем слоя.



Пористость ( $\Pi_c$ ) характеризует величину пустот в середине частичек сырья и определяется как соотношение разницы между удельным весом и объемной массой до удельного веса [1] и рассчитывается по формуле:

$$\Pi_c = \frac{d_y - d_0}{d_y},$$

где:  $d_y$  – удельный вес сырья г/см<sup>3</sup>;  $d_0$  – объемный вес сырья, г/см<sup>3</sup>.

Порозность ( $\Pi_{сл}$ ) слоя характеризует величину пустот между частицами растительного материала, определяется как соотношение разницы между объемной и насыпной массой к объемной массе [1]. Порозность ( $\Pi_{сл}$ ) рассчитывали по формуле:

$$\Pi_{сл} = \frac{d_0 - d_n}{d_0},$$

где:  $d_0$  – объемная масса сырья, г/см<sup>3</sup>;  $d_n$  – насыпная масса сырья, г/см<sup>3</sup>.

Свободный объем слоя ( $V$ ) характеризует относительный объем пустот в единице слоя сырья (пустоты в середине частиц и между ними) и определяется как соотношение разницы между удельным весом и насыпной массой до удельного веса [1]. Свободный объем слоя ( $V$ ) рассчитывали по следующей формуле:

$$V = \frac{d_y - d_n}{d_y},$$

где:  $d_y$  – удельный вес сырья, г/см<sup>3</sup>;  $d_n$  – насыпная масса сырья, г/см<sup>3</sup>.

Изучение качественного состава и количественного содержания свободных и связанных аминокислот в исследуемом сырье проводили с помощью аминокислотного анализатора Т339М Mikrotechna–Praha. Результаты исследования аминокислотного состава в изучаемых образцах порошка бодяги представлены в табл. 3. [4, 5, 6].

При сравнительном изучении элементного состава порошка бодяги был использован атомно-эмиссионный спектрографический метод с фотографической регистрацией выходящего сигнала [5, 6, 7, 8]. Результаты элементного анализа представлены в табл. 4.

С целью комплексного изучения сырья были получены липофильные фракции бодяги украинского и китайского происхождения исчерпывающей экстракцией хлороформом в аппарате Сокслета. С помощью УФ-спектроскопии было определено количественное содержание каротиноидов и хлорофиллов в них. Определение оптической плотности проводили путем деконволюции спектров поглощения растительных экстрактов на составляющие полосы. Сумму каротиноидов определяли в сравнении с достоверным образцом  $\beta$ -каротина, сумму хлорофиллов (а и b) – в сравнении с достоверным образцом хлорофилла а. Молярные коэффициенты поглощения  $\beta$ -каротина были определены спектрофотометрией растворов стандартных веществ (рис. 5, 6).

### Результаты и их обсуждение.

Губка высушенной бодяги представляет собой легкие, пористые и хрупкие обломки разной формы и размера, которые легко рассыпаются при растирании пальцами с ощущением шероховатости от игл кремнезема. Губка и соответственно, порошок бодяги, имеет цвет от зеленовато-серого до зеленовато-бурого, запах своеобразный, присущий данному сырью.

Порошок бодяги является частицами различной формы в виде бесформенных комков и их обломков двух форм: пластинчатой и игольчатой (рис. 1-2). Фрагменты мягкой пористой ткани (рис. 3-4) – спонгина имеют вид плоских пластин. Спикулы имеют вид одноосных двусторонних заостренных игл. При добавлении к порошку бодяги растительного масла хорошо просматривается пористая структура соединительной ткани. Иглы кремнезема (спикул) и их обломки имеют изодиаметрическую форму, о чем свидетельствует значение формфактора  $K = 0,1$  и размер от 50 до 350 мкм (табл. 1). Частицы спонгина – анизодиаметричны, поверхность частиц едва шероховатая, а их размер достигает 100 мкм.

Скелет данной губки представлен только спонгином, который образует сложную пространственную структуру. Губка бодяги пронизана системой полостей и каналов, выстланных эпителием, которая начинается на поверхности тела многочисленными мелкими отверстиями – «порами» и заканчивается одним или несколькими крупными выводными отверстиями.

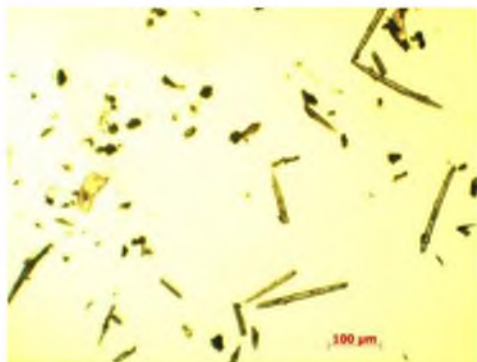


Рис. 1. Внешний вид порошка бодяги украинской (иголочки кремнезема)

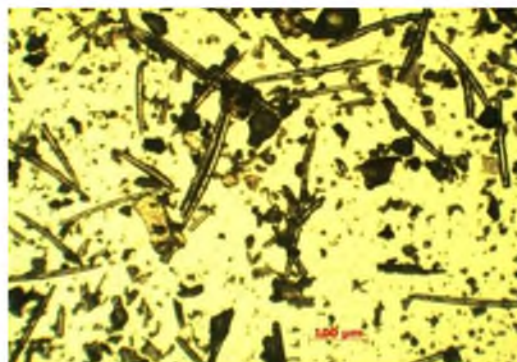


Рис. 2. Внешний вид порошка бодяги китайской (иголочки кремнезема)



Рис. 3. Внешний вид бодяги украинской (пористая структура)

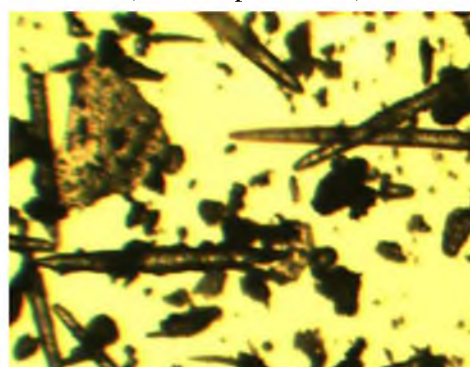


Рис. 4. Внешний вид бодяги китайской (пористая структура)

Таблица 1

**Сравнительная характеристика порошка бодяги украинской и китайской**

№ образца	Происхождение субстанции	Размер частиц, мкм		Соотношение спонгина и спикул
		Спонгина	Спикул	
1	Украинская	20 – 50	50 – 350	2:1
2	Китайская	20 – 100	50 – 200	1:2

Необходимо отметить, что соотношение структур в опытных образцах неодинаково: в образце бодяги китайского происхождения (№ 2) наблюдается преобладание спикул, а в образце бодяги украинской (№ 1) – наоборот, спонгина, что может свидетельствовать о разной терапевтической активности, то есть в порошке бодяги китайской может быть выше местно раздражающий эффект кожных покровов.

Результаты определения технологических параметров бодяги украинской и китайской представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Основные технологические параметры бодяги (n=5)**

Параметры	Порошок бодяги	
	украинская	китайская
Удельная масса, г/см <sup>3</sup>	1,24 ± 0,01	1,22 ± 0,02
Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	0,79 ± 0,01	0,76 ± 0,04
Насыпная масса, г/см <sup>3</sup>	0,32 ± 0,02	0,33 ± 0,01
Пористость сырья	0,36 ± 0,03	0,38 ± 0,04
Порозность слоя	0,59 ± 0,01	0,56 ± 0,01
Свободный объем слоя	0,74 ± 0,03	0,73 ± 0,02
Текучесть	отсутствует	отсутствует



Как видно из табл. 2, значения изученных технологических параметров опытных образцов порошка бодяги почти не отличаются. Насыпная масса во всех изучаемых образцах незначительная, что и повлияло на отсутствие текучести порошков. Прежде всего, это связано с наличием в порошке бодяги игольчатых структур.

Результаты изучения аминокислотного состава исследуемых образцов бодяги украинского и китайского происхождения представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Аминокислотный (АК) состав исследуемых образцов бодяги**

АК	Бодяга украинская				Бодяга китайская			
	Свободные АК		Связанные АК		Свободные АК		Связанные АК	
	мг/ 100мг	мг/ 100мг	мг/ 100мг	мг/ 100мг	мг/ 100мг	мг/ 100мг	мг/ 100мг	мг/ 100мг
Аспарагиновая кислота	3,75	0,6	8,25	1,0	0,65	0,03	7,35	0,97
Треонин	1,4	0,24	9,0	1,0	1,4	0,17	4,85	0,58
Серин	3,5	0,34	6,3	0,66	1,35	0,15	4,8	0,5
Глютаминовая кислота	6,4	1,0	11,0	1,6	2,9	0,42	8,8	1,3
Пролин	1,3	0,16	3,7	0,42	1,15	0,13	2,3	0,27
Глицин	5,0	0,4	10,0	0,74	5,0	0,35	10,0	0,75
Аланин	1,6	0,05	10,7	0,95	2,0	0,2	5,6	0,5
Цистеин	2,3	0,14	4,4	0,26	1,15	0,06	2,3	0,14
Валин	1,0	0,05	8,35	0,95	1,6	0,22	4,6	0,32
Метионин	1,7	0,25	2,47	0,37	1,25	0,2	1,75	0,26
Изолейцин	0,6	0,08	6,0	0,8	1,0	0,1	2,5	0,34
Лейцин	2,4	0,3	8,43	1,1	1,2	0,15	4,25	0,55
Тирозин	0,4	0,02	5,4	0,98	0,6	0,1	2,4	0,44
Фенилаланин	1,0	0,18	4,5	0,745	0,7	0,1	2,2	0,36
Гистидин	1,4	0,22	1,3	0,2	0,3	0,05	1,4	0,215
Лизин	-	-	7,7	1,12	2,0	0,28	4,0	0,6
Аргинин	0,7	0,11	3,4	0,6	1,0	0,17	2,0	0,36

Как видно из табл. 3, в результате проведенного исследования было установлено наличие 17 свободных и связанных АК в бодяге китайского и украинского происхождения. В значительных количествах в исследуемых объектах содержатся: глицин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты, аланин, валин, треонин, серин, лейцин.

Результаты изучения элементного состава бодяги китайской и украинской представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты анализа элементного состава исследуемых образцов бодяги**

Название элемента	Содержание элемента в бодяге украинской, мкг/100г	Содержание элемента в бодяге китайской, мкг/100 г
1	2	3
Fe	715	830
1	2	3
Si	19040	22200
P	405	470
Mn	355	415
Al	475	555
Pb	0,24	0,28
Sr	4,7	5,5
Mg	1430	1665
Zn	47	55
Ni	2,4	2,8
Ca	3810	4440
Mo	0,24	0,83
Cu	4,7	8,3
Na	260	275
K	475	555

*Примечание.* Во всех образцах: Co<0,03 мг/100 г; Cd<0,01 мг/100 г; As<0,01 мг/100 г; Hg<0,01 мг/100 г.

Как видно из табл. 4, в обоих образцах бодяги было идентифицировано и определено содержание 19 макро- и микроэлементов. Отмечено, что в бодяге китайского происхождения количественное содержание исследуемых элементов больше, чем в бодяге украинского происхождения. Значительное содержание имеют такие элементы, как кремний, магний, кальций. Этот факт следует учитывать при разработке препаратов с бодягой и изучении их фармакологической активности. Содержание тяжелых металлов находится в пределах гранично допустимых концентраций, что соответствует требованиям, предъявляемым к сырью и пищевым продуктам [9, 10].

УФ-спектр поглощения липофильных фракций бодяги украинской и китайской представлены на рис. 5 и 6.

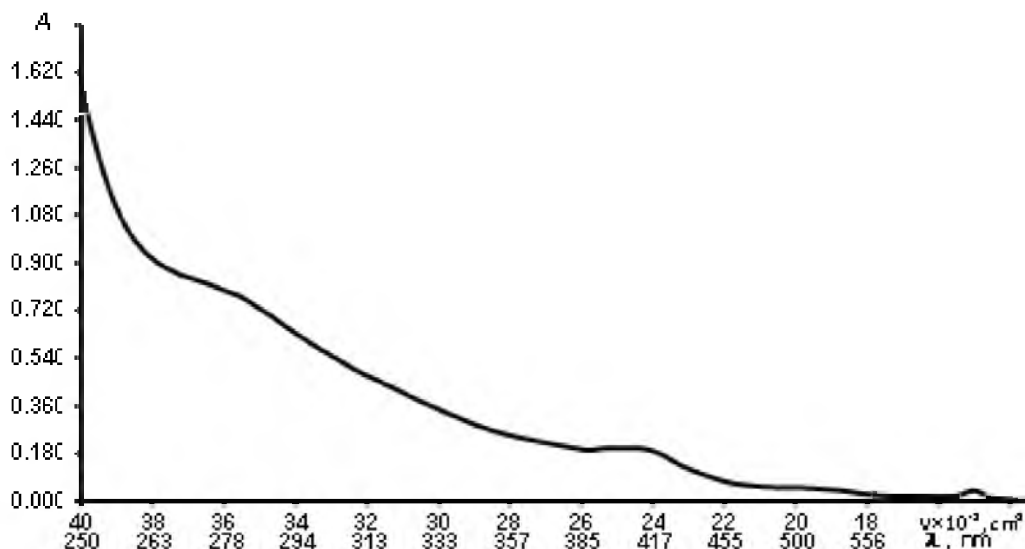


Рис. 5. УФ-спектр поглощения липофильной фракции бодяги китайской

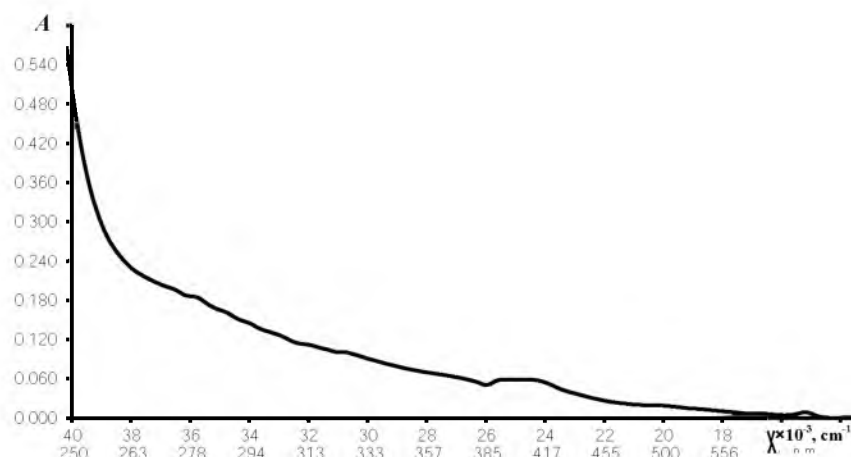


Рис. 6. УФ-спектр поглощения липофильной фракции бодяги украинской



В результате проведенного исследования было установлено, что количественное содержание каротиноидов в липофильном экстракте бодяги китайской составило 12,81 мг / г, хлорофиллов – 12,79 мг / г.; количественное содержание каротиноидов в липофильном экстракте бодяги украинской – 8,65 мг / г, хлорофиллов – 6,71 мг / г.

#### **Выводы.**

1. Изучены основные технологические и физико-химические показатели (удельная и насыпная масса, объемный вес, влажность, пористость и свободный объем слоя) порошка бодяги китайского и украинского происхождения, что позволило определить их оптимальные технологические параметры для дальнейшей разработки мягких лекарственных форм.

2. Методом оптической микроскопии установлено, что размер частиц игл бодяги зависит от степени измельчения сырья и составляет от 50 мкм до 350 мкм. Наличие игольчатой структуры предполагает основное биологическое действие: при растирании на коже порошка бодяги иголки кремнезема активно внедряются в верхний слой эпидермиса, мгновенно вызывая раздражение кожного покрова и расширение капилляров.

3. Впервые проведен фитохимический анализ порошка бодяги. Установлено, что в ее состав входят 17 свободных и связанных аминокислот (в значительных количествах: глицин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аланин, валин, треонин, серин, лейцин и др. Определено наличие 19 элементов (7 макроэлементов: Fe, Si, Al, Ca, Na, Mg, K и 8 микроэлементов: Mn, P, Zn, Ni, Pb, Sr, Mo, Cu). Определено содержание каротиноидов и хлорофиллов в липофильных фракциях бодяги украинской и китайской.

4. Проведенные исследования показали, что оба вида бодяги взаимозаменяемы, поскольку имеют подобный состав и действие.

#### **Литература**

1. Езерский, М. Л. Основные характеристики порошкообразных материалов и методы их измерения / М. Л. Езерский. – М., 1989. – 47 с.
2. Державна Фармакопея України / Держ. п-во «Науково-експертний центр». – 1 вид. – Х. : РІРЕГ, 2001. – 556 с.
3. Целюба, Ю. С. Вивчення амінокислотного складу бодяги / Ю. С. Целюба, В. С. Кисличенко, І. І. Баранова // Фітотерапія. Часопис. – 2010. – № 3. – С. 65-68.
4. Андрианов, Е.И. Метод определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов / Е.И. Андрианов. – М. : Химия, 1982. – 256 с.
5. Дроздова, И. Л. Аминокислотный и минеральный состав листьев лопуха / И. Л. Дроздова // Фарм Полежаева И. В. Аминокислотный и минеральный состав вегетативной части *Chamerion angustifolium* (L.) Holub / И. В. Полежаева, И. И. Полежаева, Л. Н. Меняйло // Хим.-фармац. журн. – 2007. – № 3. – С. 27 – 29.
6. Баранова, І. І. Вивчення макро- і мікроелементного складу бодяги / І. І. Баранова, Ю. С. Целюба, В. С. Кисличенко // Найновите постиження на європейската наука : матеріали 6-ої междунар. науч.- практ. конф., 17 – 25 юни 2010 г. – София, 2010. – С. 3-5.
7. Опрашанська, Т. В. Вивчення макро- та мікроелементного складу кореня, листя та густих екстрактів кореня і листя лопуха великого в порівнянні з ґрунтом / Т. В. Опрашанська, Хворост О. П. // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2009. – Т.1, № 1. – С. 32 – 34.
8. Рибак, О. В. Мікроелементний склад рудбекії роздільнолистяної та ехінацеї пурпурової / О. В. Рибка // Медична хімія. – 2006. – Т.8, № 1. – С. 53-55.
9. Кузнецова, В. Ю. Вивчення біологічно активних речовин *Vitis vinifera* та створення на їх основі лікарських засобів : дис. ... канд. фармац. наук : 15.00.02 / В. Ю. Кузнецова. – Х., 2006. – 181 с.
10. Попик, А. І. Аналіз ліпофільних фракцій надземний і підземних органів бузку звичайного / А. І. Попик, В. С. Кисличенко, В.В. Король // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2009. – Т.3, № 3. – С. 44-47.



---

## THE COMPLEX STUDY OF SPONGILLA POWDER OF UKRAINIAN AND CHINESE ORIGIN

**Yu. S. CELUBA**  
**V.S. KYSLYCHENKO**

*National University  
of Pharmacy  
Kharkiv, Ukraine*

*e-mail: yulchik\_05@mail.ru*

The article describes the results of the complex study of Spongilla powder of Ukrainian and Chinese origin. The determination of appearance, microscopical characters, organoleptic properties, technological parameters, qualitative composition and quantitative content of amino acids, macro- and microelements in Spongilla powders, and also carotenoids and chlorophylls in lipophilic fractions, was carried out.

Key words: Spongilla, amino acids, macro - and microelements, carotenoids, chlorophylls, technological parameters.