УДК: 638.16:543.42.062

О.І. Тихонов, А.В. Ємельянов

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ЦУКРІВ У МЕДІ НАТУРАЛЬНОМУ ПОРОШКОПОДІБНОМУ

Національний фармацевтичний університет, м. Харків

Ключові слова: *мед натуральний порошкоподібний, відновлювальні цукри, сахароза, інверсія, спектрофотометрія у видимій області.*

Ключевые слова: *мед натуральный порошкообразный, восстанавливающие сахара, сахароза, инверсия, спектрофотомерия в видимой области.*

Keywords: *natural powdered honey, restored sugars, saccharose, inversion, spectrophotometry in the visible region.*

Проведено кількісне визначення відновлювальних цукрів до та після інверсії у 4-х зразках меду натурального порошкоподібного, отриманих за модифікованою методикою, за допомогою методу спектрофотометрії у видимій області спектру та розраховано кількісний вміст сахарози для зазначених зразків. На основі проведених досліджень виявлено, що за вмістом відновлювальних цукрів та сахарози усі зразки відповідають вимогам ТУ У 15.9-02010936-001:2007, що дозволяє використовувати їх як субстанції у фармацевтичній практиці.

Проведено количественное определение восстанавливающих сахаров до и после инверсии в 4-х образцах меда натурального порошкообразного, полученных по модифицированной методике, с помощью метода спектрофотомерии в видимой области спектра и рассчитано количественное содержание сахарозы для указанных образцов. На основании проведенных исследований установлено, что по содержанию восстанавливающих сахаров и сахарозы все образцы соответствуют требованиям ТУ У 15.9-02010936-001:2007, что позволяет использовать их как субстанции в фармацевтической практике.

Quantitative determination of restored sugars before and after inversion in the 4 natural powdered honey samples obtained by modified method by the method of spectrophotometry in the visible region has been conducted and quantitative content of saccharose for the said samples has been expected. On the basis of the conducted researches has been set, that all samples satisfy the requirements of TU U 15.9-02010936-001:2007 by content of restored sugars and saccharose, that allows using their as substances in pharmaceutical practice.

Одним з основних продуктів бджільництва є мед – продукт переробки бджолами нектару або виділень рослинного чи тваринного походження [4 – 6].

У складі меду виявлено понад 300 речовин, у тому числі вуглеводи, амінокислоти, ферменти, мікроелементи та ін. [4 – 6]. Завдяки своєму хімічному складу та багатовіковому досвіду застосування у народній медицині бджолиний мед є важливим фармакологічним об'єктом. Він виявляє бактерицидну, протизапальну, антиалергічну та тонізуючу дію. Мед нормалізує роботу шлунково-кишкового тракту, стимулює функції внутрішніх органів, попереджує розвиток склерозу, активізує утворення еритроцитів, поліпшує сон [3]. Все це робить його перспективним джерелом для розробки нових лікарських препаратів. Але висока в'язкість та здатність до кристалізації ускладнюють застосування меду натурального у фармацевтичній практиці.

З метою отримання субстанції на основі меду натурального з оптимальними фізико-хімічними властивостями та збереженням максимальної кількості його біологічно активних речовин на кафедрі аптечної технології ліків НФаУ під керівництвом академіка Української АН, професора Тихонова О. І. було розроблено технологію отримання меду натурального порошкоподібного за методом сублімаційної сушки. При цьому загальний час проведення процесу сублімації становить 110 годин [5 – 6].

Нами було удосконалено цю технологію шляхом зміни тривалості стадій процесу сублімаційної сушки і, таким чином, зменшено час процесу отримання субстанції до 87 годин.

МЕТОЮ даного **ДОСЛІДЖЕННЯ** було визначення кількісного вмісту відновлювальних цукрів у меді натуральному порошкоподібному, отриманому за удосконаленою технологією.

Як об'єкти досліджень було обрано 4 зразки меду натурального порошкоподібного, що було отримано з різних видів меду, а саме:

№ 1 – зразок, отриманий з незакристалізованого білоакацієвого меду;

№ 2 – зразок, отриманий з закристалізованого білоакацієвого меду;

№ 3 – зразок, отриманий з закристалізованого гречаного меду;

№ 4 – зразок, отриманий з закристалізованого поліфлерного меду.

Експериментальна частина

2,0 г (точна наважка) меду натурального порошкоподібного вносили до мірної колби місткістю 100,0 см^3, розчиняли у 20 – 30 см^3 води очищеної та доводили об'єм розчину до позначки тим же розчинником (розчин А).

10,00 см^3 розчину А переносили до мірної колби місткістю 100,0 см^3 та доводили об'єм розчину водою очищеною до позначки (розчин Б).

Визначення масової частки відновлювальних цукрів до інверсії. У конічну колбу місткістю 100,0 см^3 вносили 20,00 см^3 1% розчину калію гексаціаноферату (III), 5,00 см^3 розчину натрію гідроксиду (концентрація 2,5 моль/дм^3) та 10,00 см^3 розчину Б. Вміст колби нагрівали до кипіння, кип'ятили протягом 1 хв та негайно охолоджували до кімнатної температури.

Вимірювали оптичну густину (A_1) розчинів на спектрофотометрі СФ-46 в кюветі з товщиною шару 10 мм за довжини хвилі 440 нм.

© О.І. Тихонов, А.В. Ємельянов, 2009

Як розчин порівняння використовували воду очищену.

Визначення масової частки відновлювальних цукрів після інверсії. У мірну колбу місткістю 200,0 см^3 вносили 20,00 см^3 розчину А, додавали 80 см^3 води очищеної, 5,00 см^3 кислоти хлористоводневої концентрованої та нагрівали до 67 – 70°С на водяній бані, витримували за цієї температури протягом 5 хв та негайно охолоджували до 20°С. В колбу додавали 1 краплю 0,2% розчину метилового оранжевого та нейтралізували її вміст 25% розчином натрію гідроксиду (до світло-жовтого забарвлення), після чого доводили об'єм розчину водою очищеною до позначки.

У конічну колбу місткістю 100,0 см^3 вносили 20,00 см^3 1% розчину калію гексаціаноферату (III), 5,00 см^3 розчину натрію гідроксиду (концентрація 2,5 моль/дм^3) та 10,00 см^3 отриманого інвертованого розчину А. Вміст колби нагрівали до кипіння, кип'ятили протягом 1 хв і негайно охолоджували до кімнатної температури.

Вимірювали оптичну густину (A_2) розчину на спектрофотометрі СФ-46 в кюветі з товщиною шару 10 мм за довжини хвилі 440 нм.

Як розчин порівняння використовували воду очищену.

Примітка. *Приготування стандартного розчину інвертованого цукру.* 0,381 г (точна наважка) сахарози, заздалегідь висушеної в ексикаторі протягом 3 діб кількісно переносили у мірну колбу місткістю 200,0 см^3, додавали 80 см^3 води очищеної, 5,00 см^3 кислоти хлористоводневої концентрованої та нагрівали до 67 – 70°С на водяній бані, витримували за цієї температури протягом 5 хв та негайно охолоджували до 20°С. В колбу додавали 1 краплю 0,2% розчину метилового оранжевого та нейтралізували її вміст 25% розчином натрію гідроксиду (до світло-жовтого забарвлення), після чого доводили об'єм розчину водою очищеною до позначки. Концентрація стандартного розчину інвертованого цукру становить 2 мг/см^3.

Методика побудови градуювального графіка. У сім конічних колб місткістю 100 см^3 вносили по 20,00 см^3 1% розчину калію гексаціаноферату (III), по 5,00 см^3 розчину натрію гідроксиду (концентрація 2,5 моль/дм^3), додавали 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5 8,0 8,5 см^3 стандартного розчину інвертованого цукру та 4,5; 4,0; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5 см^3 води очищеної відповідно (об'єм суміші в кожній колбі повинен бути 35 см^3). Вміст колб нагрівали до кипіння, кип'ятили протягом 1 хв та негайно охолоджували до кімнатної температури – отримували розчини 1, 2, 3, 4, 5, 6 та 7 (вміст інвертованого цукру становить 11, 12, 13, 14, 15, 16 та 17 мг відповідно) [2, 7].

Вимірювали оптичну густину розчинів на спектрофотометрі СФ-46 в кюветі з товщиною шару 10 мм за довжини хвилі 440 нм.

Як розчин порівняння використовували воду очищену.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами виміру оптичної густини розчинів з різним вмістом інвертованого цукру будували градуювальний графік *(рис.)*.

Згідно графіка оптична густина розчинів інвертованого

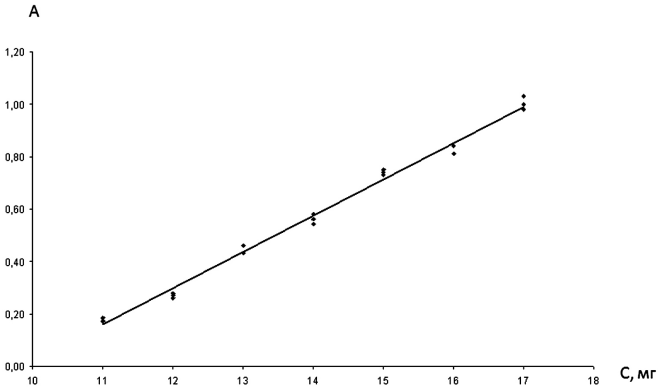

Рис. Градуювальний графік залежності оптичної густини розчинів від концентрації інвертованого цукру (λ = 440 нм; l = 10 мм).

цукру за довжини хвилі 440 нм підкоряється основному закону світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера в діапазоні концентрацій від 11 до 17 мг в пробі.

За допомогою градуювального графіка знаходили кількість відновлювальних цукрів до та після інверсії (у мг) у досліджених розчинах для 4-х зразків меду натурального порошкоподібного.

Для розрахунку кількісного вмісту відновлювальних цукрів до інверсії у % (X_1) в безводній речовині використовували формулу (1):

$$X_1 = \frac{a_1 \cdot 100{,}0 \cdot 100{,}0 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 1000 \cdot 10{,}00 \cdot 10{,}00 \cdot (100 - \omega)} \quad , \text{ де } (1)$$

a_1 – кількість відновлювальних цукрів у досліджуваному розчині, знайдена за градуювальним графіком, мг;

m – маса наважки зразка меду натурального порошкоподібного, г;

ω – масова частка води та летких сполук, %.

Результати кількісного визначення відновлювальних цукрів до інверсії у досліджених зразках меду натурального порошкоподібного та їх метрологічну характеристику наведено у *табл. 1* [1, 8, 9].

Дані *табл. 1* свідчать, що у 2-му зразку до інверсії міститься найбільша кількість відновлювальних цукрів – 72,93%, а у 1-му зразку – найменша (70,49%).

Для розрахунку кількісного вмісту відновлювальних цукрів після інверсії у % (X_2) в безводній речовині використовували формулу (2):

$$X_2 = \frac{a_2 \cdot 100{,}0 \cdot 100{,}0 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 1000 \cdot 10{,}00 \cdot 10{,}00 \cdot (100 - \omega)} \quad , \text{ де } (2)$$

a_2 – кількість відновлювальних цукрів у досліджуваному розчині, знайдена за градуювальним графіком, мг;

m – маса наважки зразка меду натурального порошкоподібного, г;

ω – масова частка води та летких сполук, %.

Результати кількісного визначення відновлювальних цукрів після інверсії у досліджених зразках меду натурального порошкоподібного та їх метрологічну характеристику наведено у *табл. 2* [1, 8, 9].

© О.І. Тихонов, А.В. Ємельянов, 2009

Таблиця 1

Результати кількісного визначення відновлювальних цукрів до інверсії у 4-х зразках меду порошкоподібного (n = 5, P = 0,95)

Номер зразка	*m*	A_1	a_1	ω	X_1	Метрологічна характеристика
1	2	3	4	5	6	7
1	1,9703	0,4198	12,90	7,15 ± 0,03	70,51	$\overline{X}$ = 70,49 S = 0,2854 $S_{\overline{X}}$ = 0,1276 $\Delta\overline{X}$ = 0,35 $\overline{e}$ = ± 0,50%
	2,0136	0,4641	13,22		70,71	
	2,0948	0,5404	13,77		70,80	
	1,9882	0,4258	12,94		70,10	
	2,0676	0,5024	13,50		70,32	
2	1,9890	0,4998	13,48	6,87 ± 0,19	72,77	$\overline{X}$ = 72,93 S = 0,5687 $S_{\overline{X}}$ = 0,2543 $\Delta\overline{X}$ = 0,71 $\overline{e}$ = ± 0,97%
	2,0456	0,5441	13,80		72,44	
	2,0267	0,5604	13,92		73,75	
	1,9078	0,4158	12,87		72,44	
	2,0091	0,5324	13,71		73,27	
3	2,1345	0,6198	14,35	6,45 ± 0,26	71,86	$\overline{X}$ = 71,63 S = 0,8896 $S_{\overline{X}}$ = 0,3979 $\Delta\overline{X}$ = 1,11 $\overline{e}$ = ± 1,54%
	2,0347	0,5241	13,65		71,71	
	2,1176	0,5604	13,92		70,27	
	1,9543	0,4758	13,30		72,75	
	2,0042	0,4924	13,42		71,58	
4	2,2198	0,6598	14,64	7,76 ± 0,18	71,50	$\overline{X}$ = 72,78 S = 0,9740 $S_{\overline{X}}$ = 0,4356 $\Delta\overline{X}$ = 1,21 $\overline{e}$ = ± 1,66%
	2,0934	0,5641	13,94		72,19	
	1,8978	0,4204	12,90		73,69	
	2,0678	0,5558	13,88		72,77	
	1,8767	0,4024	12,77		73,77	

Таблиця 2

Результати кількісного визначення відновлювальних цукрів після інверсії у 4-х зразках меду порошкоподібного (n = 5, P = 0,95)

Номер зразка	*m*	A_2	a_2	ω	X_2	Метрологічна характеристика
1	2	3	4	5	6	7
1	1,9703	0,5498	13,84	7,15 ± 0,03	75,65	$\overline{X}$ = 75,81 S = 0,8176 $S_{\overline{X}}$ = 0,3657 $\Delta\overline{X}$ = 1,02 $\overline{e}$ = ± 1,34%
	2,0136	0,6141	14,31		76,54	
	2,0948	0,6604	14,64		75,27	
	1,9882	0,5958	14,17		76,76	
	2,0676	0,6224	14,37		74,85	
2	1,9890	0,6398	14,49	6,87 ± 0,19	78,22	$\overline{X}$ = 77,78 S = 1,0832 $S_{\overline{X}}$ = 0,4844 $\Delta\overline{X}$ = 1,35 $\overline{e}$ = ± 1,73%
	2,0456	0,6841	14,81		77,74	
	2,0267	0,6204	14,35		76,03	
	1,9078	0,5758	14,03		78,97	
	2,0091	0,6524	14,58		77,92	
3	2,1345	0,7598	15,36	6,45±0,26	76,92	$\overline{X}$ = 76,46 S = 1,0931 $S_{\overline{X}}$ = 0,4889 $\Delta\overline{X}$ = 1,36 $\overline{e}$ = ± 1,78%
	2,0347	0,6541	14,59		76,65	
	2,1176	0,6904	14,86		75,01	
	1,9543	0,6058	14,24		77,89	
	2,0042	0,6024	14,22		75,84	
4	2,2198	0,7898	15,58	7,76±0,18	76,09	$\overline{X}$ = 77,51 S = 1,0426 $S_{\overline{X}}$ = 0,4663 $\Delta\overline{X}$ = 1,30 $\overline{e}$ = ± 1,67%
	2,0934	0,6941	14,88		77,06	
	1,8978	0,5404	13,77		78,66	
	2,0678	0,6758	14,75		77,33	
	1,8767	0,5124	13,57		78,39	

© О.І. Тихонов, А.В. Ємельянов, 2009

Таблиця 3

Порівняльна характеристика фізико-хімічних властивостей досліджених зразків меду натурального порошкоподібного

Параметр	Норма згідно ТУ У 15.8-02010936-001:2007	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
1	2	3	4	5	6
Масова частка води та летких сполук, %	не більше 8	7,15 ± 0,03	6,87 ± 0,19	6,45 ± 0,26	7,76 ± 0,18
Масова частка відновлювальних цукрів до інверсії у безводній речовині, %	не менше 70	70,49 ± 0,35	72,93 ± 0,71	71,63 ± 1,11	72,78 ± 1,21
Масова частка відновлювальних цукрів після інверсії у безводній речовині, %	не нормується	75,81 ± 1,02	77,78 ± 1,35	76,46 ± 1,36	77,51 ± 1,30
Масова частка сахарози у безводній речовині, %	не більше 6	5,32	4,85	4,83	4,73

Таким чином, за даними *табл. 2* можна зробити висновок, що за вмістом відновлювальних цукрів після інверсії зразки меду порошкоподібного розташовано у наступній послідовності: №2 > №4 > №3 > №1.

Масову частку сахарози у % (X_3) в безводній речовині розраховували за формулою (3):

$$X_3 = X_2 - X_1 \qquad (3)$$

Результати кількісного визначення сахарози та порівняльну характеристику фізико-хімічних властивостей досліджених зразків меду натурального порошкоподібного наведено у *табл. 3* [7].

Таким чином встановлено, що усі 4 зразки меду натурального порошкоподібного, отримані за модифікованою методикою, відповідають вимогам ТУ У 15.8-02010936-001:2007 за такими параметрами як масова частка води та летких сполук, вміст відновлюваних цукрів та сахарози.

ВИСНОВКИ

Проведено кількісне визначення відновлювальних цукрів до та після інверсії у 4-х зразках меду натурального порошкоподібного за допомогою методу спектрофотометрії у видимій області спектру та розраховано кількісний вміст сахарози, який становить 5,32%; 4,85%; 4,83% та 4,73% для зразків 1, 2, 3 та 4 відповідно.

На основі проведених досліджень встановлено, що за вмістом відновлювальних цукрів та сахарози усі зразки відповідають вимогам ТУ У 15.9-02010936-001:2007.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр». – 1-е вид. – Харків: РІРЕГ, 2001. – 556 с.
2. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови. – Введ. 01-01-2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с.
3. *Мулявко Н. О.* Здоров'я з вулика. Всі продукти бджільництва / *Н. О. Мулявко, О. Ф. Протас*. – К., 2001. – 40 с.
4. *Приймак Г. М.* Продукти бджільництва та лікарські рослини в народній медицині / Г. М. Приймак. – К.: ІАЕ УААН, 2001. – 530 с.
5. *Тихонов А. И.* Проблема создания и внедрения апипрепаратов в Украине / *А. И. Тихонов, Т. Г. Ярных, О. С. Шпичак* // Buletinul academiei de stiinte a moldovei stiitey medicale: revista stiintifico-practica. – Chisinau, 2006. – С. 31 – 41.
6. *Тихонов А. И.* Состояние и перспективы создания лекарственных препаратов на основе продуктов пчеловодства / *А. И. Тихонов, Т. Г. Ярних, О. С. Шпичак* // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики: збірник наукових статей. – Запоріжжя: Вид-во ЗДМУ, 2006. – Випуск XV, Т. 2. – С. 275 – 280.
7. ТУ У 15.8-02010936-001:2007. Мед натуральний порошкоподібний. Технічні умови. – Введ. 31-08-2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 21 с.
8. European Pharmacopoeia. – 5th ed. – Strasbourg: European Department for the Quality of Medicines, 2006. – P. 1872 – 1873.
9. Technical guide for the elaboration of monographs: 3rd ed. // Pharmeuropa. – 1999. – December. – P. 8.

Сведения об авторах:

Тихонов Александр Иванович, академик Украинской АН, засл. деятель науки и техники Украины, д. фарм. наук,зав. каф. аптечной технологии лекарств Национального фармацевтического университета.

Емельянов Андрей Викторович, асп. каф. аптечной технологии лекарств Национального фармацевтического университета.

Адрес для переписки:

Емельянов Андрей Викторович, 61168, г. Харьков, ул. Блюхера, 4, Национальный фармацевтический университет, кафедра аптечной технологии лекарств.

Тел. (0572) 67-91-84. E-mail: atl@ukrfa.kharkov.ua