

УДК 543.422.3:615.322

## РОЗРОБКА МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

**Н.О. Ліпковська, В.М. Барвінченко, В.В. Туров, М.Т. Картель**

*Інститут хімії поверхні ім.О.О.Чуйка Національної академії наук України  
вул. Генерала. Наумова 17, Київ, 03164, Україна, e-mail: lipkovska@ukr.net*

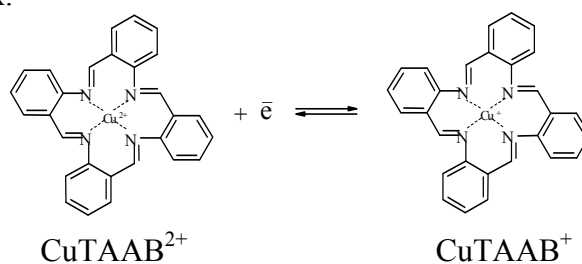
*Розроблена і оптимізована методика спектрофотометричного визначення сумарного вмісту природних поліфенолів-антиоксидантів за допомогою комплексу тетрабензо-[b,f,j,n][1,5,9,13]тетраазаціклогексадецинкупрум(II) нітрату з використанням кавової кислоти та кверцетину як речовин-стандартів. За результатами апробації даної методики при аналізі дієтичної добавки бальзасил показана перспективність проведення оцінки якості та стандартизації препаратів на основі лікарської рослинної сировини за важливим фармакологічним показником – антиоксидантною активністю.*

### Вступ

В Інституті хімії поверхні НАН України був розроблений і впроваджений у медичну практику ентеросорбент силікс – пірогенний високодисперсний аморфний діоксид кремнію [1]. Наразі проводяться комплексні фізико-хімічні та медико-біологічні дослідження по створенню нових комплексних препаратів на його основі за рахунок введення природних фізіологічно активних сполук лікарських рослин різної терапевтичної спрямованості. Зокрема, для профілактики і лікування інтоксикацій організму різного генезу та нормалізації параметрів гомеостазу було розроблено дієтичну добавку бальзасил [2] яка містить високодисперсний діоксид кремнію з нанесеними на його поверхню екстрактивними речовинами деяких лікарських рослин (звіробоя, буркуну, материнки, горіха волоського, чорної смородини, калини, горобини звичайної та чорноплідної). Основу біоактивного комплексу застосованих лікарських рослин складають природні поліфеноли – флавоноїди і гідроксикоричні кислоти [3]. Відомо, що ці сполуки характеризуються високою антиоксидантною активністю (АОА) [4, 5], тобто здатністю нейтралізувати вільні радикали, які спричиняють неспецифічні патологічні процеси в результаті окиснювальної модифікації біоструктур майже при будь-якому захворюванні [6]. Отже сумарна концентрація антиоксидантів може бути найбільш об'єктивним критерієм для стандартизації дієтичної добавки бальзасил за вмістом біологічно активних речовин, що забезпечують його фармакологічну активність.

Раніше нами була розроблена методика твердофазної спектрофотометричної і візуальної тест-оцінки загальної АОА препаратів ехінацеї та чаїв [7] за сумарною концентрацією поліфенолів як антиоксидантів з використанням твердофазного реагенту на основі комплексу  $\text{Cu(II)}$  з тетрабензо[b,f,j,n][1,5,9,13]тетраазаціклогексадецином ( $\text{CuTAAB}^{2+}$ ), іммобілізованого на силікагелі. Взаємодія з природними відновниками супроводжувалася контрастним кольоровим переходом комплексу двовалентної міді  $\text{CuTAAB}^{2+}$  (жовтий колір,  $\lambda_{\text{max}} = 268$ ,  $\lambda_{\text{max}} = 298$  нм) у комплекс одновалентної міді  $\text{CuTAAB}^+$  (синій колір,  $\lambda_{\text{max}} = 660$  нм) (рис.1). Застосування реагенту в іммобілізованому стані було обумовлено тим, що комплекс  $\text{CuTAAB}^+$ , на відміну від  $\text{CuTAAB}^{2+}$ , практично не розчиняється у воді.

На основі кореляційних залежностей між АОА та вмістом найважливіших груп біоактивних сполук у деяких препаратах рослинного походження: похідних гідроксикоричної кислоти (препарати ехінацеї), флавоноїдів і танінів (чаї) та загальним вмістом поліфенолів (чаї) було доведено придатність тест-методу для визначення цього інтегрального показника [7]. Високі коефіцієнти кореляції, отримані при аналізі зазначених об'єктів, підтвердили придатність розробленої тест-методики для експрес-контролю якості лікарських засобів та харчових продуктів рослинного походження. Оскільки широке впровадження розробленого тест-методу в практику стандартизації фітопрепаратів обмежується складнощами при уніфікації підготовки твердофазних дисперсних зразків та необхідністю застосовувати спеціальне обладнання для спектрофотометрів при вимірювання їх спектрів відбиття, актуальною є розробка методики визначення АОА природних органічних відновників поліфенолів за реакцією з  $\text{CuTAAB}^{2+}$  у розчинах.



**Рис. 1.** Схема відновлення комплексу  $\text{CuTAAB}^{2+}$

Метою даної роботи було дослідження умов взаємодії  $\text{CuTAAB}^{2+}$  з водними екстрактами бальзасилу, а також з кверцетином і кавовою кислотою як речовинами-стандартами для розробки методики спектрофотометричного визначення їх АОА у розчинах.

### Експериментальна частина

В роботі використовували дієтичну добавку Бальзасил (ТУ У 15.8 – 03291669–016:2011). Вихідні розчини рутину, коричної, ферулової, кавової (3,4-дигідроксикоричної, КК), цикорієвої кислот (Sigma-Aldrich),  $\text{CuTAAB}(\text{NO}_3)_2$  ( $\text{C}_{\text{CuTAAB}}$ ) готували шляхом розчинення точних наважок реактивів у бідистильованій воді, кверцетину, Кв (Sigma-Aldrich) – в етанолі. Електронні спектри поглинання розчинів вимірювали на спектрофотометрі Specord M-40 (Carl Zeiss Jena, Німеччина) в кюветі 1 см. Кислотність розчинів визначали за допомогою скляного електроду універсального іономера Hanna Instruments HI 221.

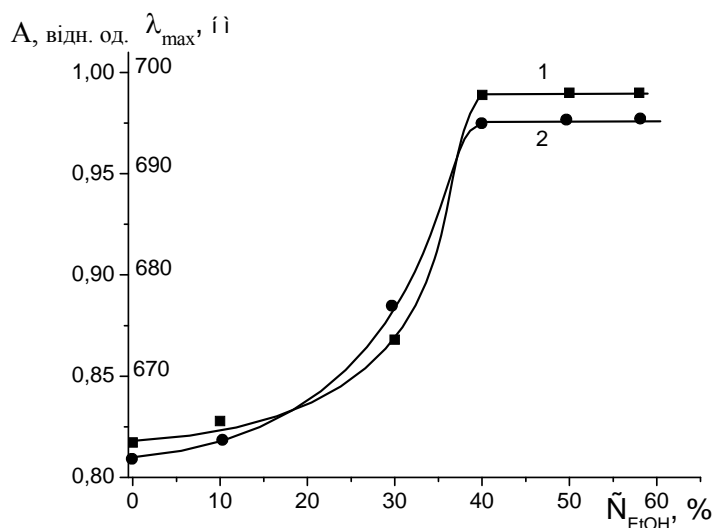
Водні екстракти бальзасилу (ВЕБ) готували наступним чином: в конічну колбу ємністю 50 мл вносили 0,300 г (m) дієтичної добавки бальзасил, додавали порцію гарячої води 4–5 мл, перемішували, через декілька хвилин обережно декантували розчин у мірну колбу ємністю 25 мл ( $V_1$ ). Операцію повторювали 3–4 рази, доки розчин не ставав безбарвним, що свідчило про повну десорбцію біоактивних компонентів за цих умов. Потім розчин у колбі охолоджували до кімнатної температури, доводили до мітки водою і перемішували. Концентрацію отриманого екстракту умовно приймали за 100 об.%.

Комплекс  $\text{CuTAAB}(\text{NO}_3)_2$  синтезували [8] шляхом самоконденсації *o*-амінобензальдегіду в присутності нітрату  $\text{Cu}(\text{II})$ .

### Результати та їх обговорення

Для встановлення оптимальних умов визначення АОА було досліджено поглинання комплексу  $\text{CuTAAB}^{2+}$  в присутності екстракту бальзасилу від концентрації етанолу, реагенту, рН розчину та часу. На рис.2 наведено залежність оптичної густини

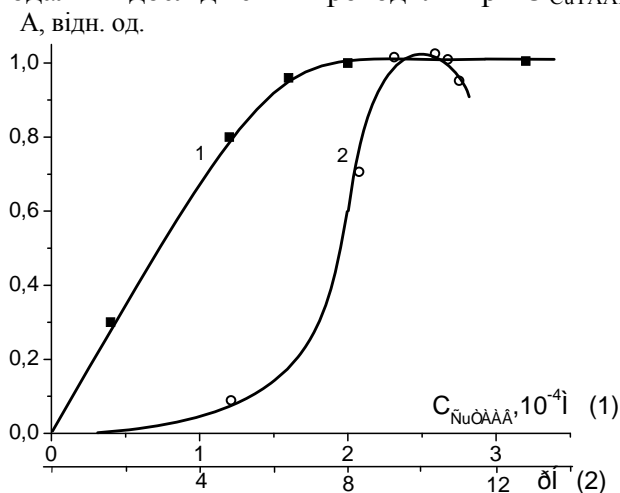
А при 695 нм (крива 1) та  $\lambda_{\max}$  (крива 2) розчинів, які містять комплекс  $\text{CuTAAB}^+$ , що утворився в результаті відновлення водним екстрактом бальзасилу, від концентрації етанолу.



**Рис. 2.** Залежність оптичної густини  $A$  при 695 нм (1) та  $\lambda_{\max}$  (2) розчинів  $\text{CuTAAB}^+$  в присутності водного екстракту бальзасилу від концентрації етанолу.  $C_{\text{ВЕБ}}=50$  об.%,  $C_{\text{CuTAAB}}=3 \cdot 10^{-4}$  М,  $\text{pH}=10,7$ .

Видно, що із збільшенням концентрації етанолу до 40% спостерігається поступове розчинення комплексу  $\text{CuTAAB}^+$ , яке супроводжується bathochromним зсувом  $\lambda_{\max}$  від 662 до 695 нм і зростанням інтенсивності цієї смуги. При  $C_{\text{EtOH}} > 40\%$  весь відновлений комплекс  $\text{CuTAAB}^+$  знаходиться в розчиненому стані, а поглинання розчину, що аналізується, в інтервалі  $C_{\text{EtOH}}=40 \dots 60\%$  є стабільним. Подальше визначення АОА водних екстрактів бальзасилу проводили у 50% розчині етанолу.

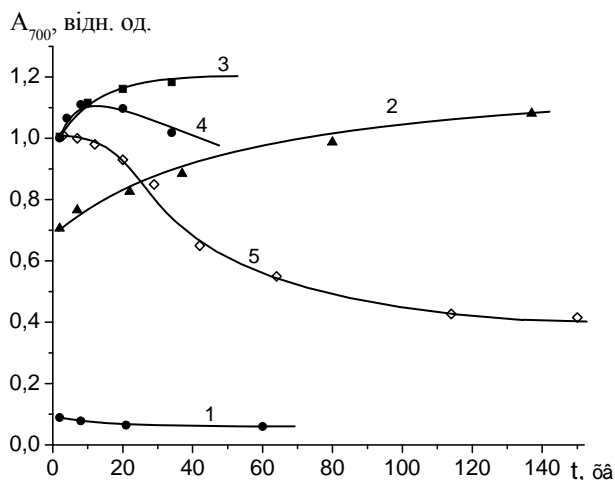
Результати дослідження залежності інтенсивності смуги  $\lambda_{\max}=695$  нм від концентрації реагенту  $\text{CuTAAB}^{2+}$  при визначенні АОА бальзасилу показали (рис.3, крива 1), що оптична густина набуває постійних значень при  $C_{\text{CuTAAB}} > 2 \cdot 10^{-4}$  М. Подальші дослідження проводили при  $C_{\text{CuTAAB}} = 3 \cdot 10^{-4}$  М.



**Рис.3.** Залежність оптичної густини екстракту бальзасилу від концентрації  $\text{CuTAAB}^{2+}$  (1) та  $\text{pH}$  (2).  $C_{\text{ВЕБ}}=50$  об.%,  $\text{pH}=10,7$  (1),  $C_{\text{CuTAAB}}=2 \cdot 10^{-4}$  М (2).

Відомо, що редокс-потенціали поліфенолів істотно залежать від кислотності розчину [9], тому було досліджено залежність поглинання розчинів  $\text{CuTAAB}$  в присутності водного екстракту бальзасилу від  $\text{pH}$  (рис. 3, крива 2). Оптичну густина вимірювали одразу після перемішування компонентів (2 хв). Як видно з наведеної на цьому рисунку залежності, визначення АОА водного екстракту бальзасилу доцільно проводити в інтервалі  $\text{pH}$  9,5–11, де поглинання розчину максимальне. При виборі оптимального  $\text{pH}$  визначення необхідно також враховувати нестійкість розчинів відновників в лужному середовищі, тому було досліджено стабільність спектрів

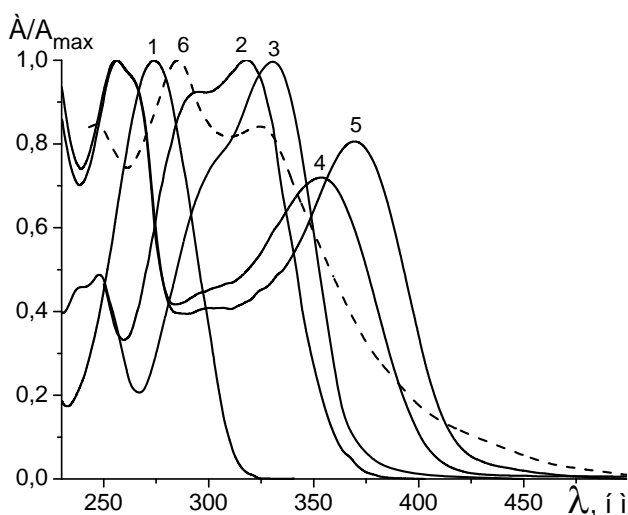
поглинання при різних рН (рис. 4) у часі і встановлено, що протягом двох годин в усьому інтервалі рН відбувається зміна інтенсивності смуги поглинання 695 нм.



**Рис. 4.** Оптична густина розчинів  $\text{CuTAAB}^+$  у присутності екстракту бальзасилу залежно від часу.  
 $C_{\text{ВЕБ}}=50$  об.%,  
 $C_{\text{CuTAAB}}=3 \cdot 10^{-4}$  М,  
 рН=4,85 (1), 8,3 (2), 9,3 (3), 10,3 (4), 10,7 (5),  
 $\lambda = 695$  нм.

Найбільш стабільне поглинання розчину (протягом 5 хв після змішування реагентів), що спостерігається при рН=10,7, потім поступово зменшується і досягає постійних значень лише через 2,5 год, причому величина  $A_{695}$  і, відповідно, чутливість визначення знижуються у два рази. Таким чином, для отримання відтворених результатів визначення АОА доцільно проводити при рН=10,7 так, щоб час від перемішування реагентів до вимірювання оптичної густини отриманого розчину був мінімальним і фіксованим. В подальших експериментах по визначенню АОА водного екстракту бальзасилу у водно-етанольних розчинах він складав 2 хв.

Сучасний підхід до стандартизації багатокомпонентних лікарських засобів рослинного походження полягає в пошуку речовин-маркерів, близьких за властивостями до основних груп біоактивних сполук [10, 11]. Як видно з рис.5 (крива б), спектр поглинання водного екстракту бальзасилу характеризується максимумами при  $\lambda$  300 та 338 нм.



**Рис. 5.** Нормовані спектри поглинання коричної (1), кавової (2), цикорієвої (3) кислот, рутину (4), кверцетину (5) та водного екстракту бальзасилу (6) при рН 4.5

Для з'ясування питання, які саме поліфеноли обумовлюють такий вигляд спектру, були проаналізовані спектральні характеристики структурно споріднених поліфенолів: коричної кислоти (рис.5, крива 1), її гідроксипохідних – кавової (крива 2) і цикорієвої (крива 3) кислот та флавоноїдів рутину (4) і кверцетину (5). З порівняння спектрів можна зробити висновок, що основу комплексу біоактивних поліфенолів лікарських рослин бальзасилу складають похідні коричної кислоти та флавоноїди у

різному співвідношенні. Грунтуючись на цьому, як речовини-маркери при визначенні АОА бальзасилу ми обрали кверцетин і кавову кислоту.

Визначення АОА кверцетину за реакцією з  $\text{CuTAAB}^{2+}$  проводили в експериментальних умовах, оптимальних для визначення АОА екстракту бальзасилу з цим реагентом. Для цього в мірну колбу ємністю 5 мл вводили 0–2,5мл розчину кверцетину з концентрацією 0,069 мг/мл ( $2 \cdot 10^{-4} \text{M}$ ), 2,5мл етанолу, 0,8 мл розчину  $\text{CuTAAB}^{2+}$  з концентрацією 1,2 мг/мл ( $2 \cdot 10^{-3} \text{M}$ ), 0,2 мл буферного розчину ( $\text{NaHCO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3$ ) з рН 10,7, швидко перемішували і фіксували час. Доводили розчин до мітки, перемішували і одразу вимірювали оптичну густину розчину в кюветі 1 см при  $\lambda_{\text{max}}=695$  нм та  $\lambda_{\text{фон}}=900$  нм. Час від перемішування з буфером до вимірювання оптичної густини має бути фіксованим і складати не більше 2 хв. Дослідження взаємодії кавової кислоти з  $\text{CuTAAB}^{2+}$  здійснювали аналогічно кверцетину, за винятком того, що у розчин вводили 0–1,2 мл розчину кавової кислоти з концентрацією 0,2 мг/мл ( $1,11 \cdot 10^{-3} \text{M}$ ). Для нівелювання впливу фону як аналітичний сигнал використовували різницю оптичної густини  $A = A_{695} - A_{900}$  і будували градувальні графіки в координатах  $A - C_{\text{Кв. (КК)}}$ . Відповідні рівняння градувальних графіків для визначення кверцетину і кавової кислоти в водно-етанольному розчині наведені в табл. 1.

**Таблиця 1.** Параметри градувальних графіків для визначення кавової кислоти або кверцетину за рівнянням  $A=(a \pm \Delta a)+(b \pm \Delta b) \text{AOA}'_{\text{Кв. (КК)}} \text{ (мг/мл)}$

Середовище	Речовина - стандарт	Діапазон лінійності (мг/мл)	$a \pm \Delta a$	$b \pm \Delta b$	n	P
Водно-етанольний розчин	Кверцетин	0,001-0,020	$0,00 \pm 0,01$	$46,2 \pm 3,3$	8	0,985
	Кавова кислота	0,002-0,040	$0,03 \pm 0,07$	$28,6 \pm 3,2$	8	0,971
Водний розчин	Кверцетин	0,001-0,020	$0,01 \pm 0,02$	$28,5 \pm 0,3$	8	0,999
	Кавова кислота	0,002-0,040	$0,09 \pm 0,05$	$27,4 \pm 2,2$	6	0,988

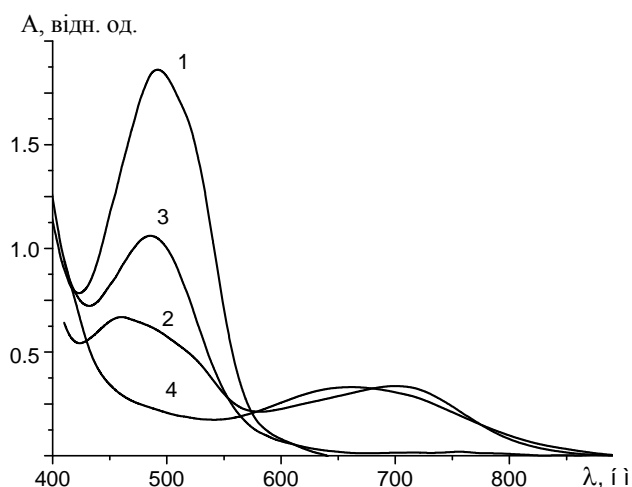
Аналіз параметрів отриманих градувальних графіків показує, що розроблена методика визначення АОА дає задовільно правильні результати, а кверцетин і кавова кислота можуть бути використані як і стандартні речовини при визначенні антиоксидантної активності дієтичної добавки «Бальзасил» за реакцією з  $\text{CuTAAB}^{2+}$ .

Слід зазначити, що в лужному середовищі у спектрі комплексу  $\text{CuTAAB}^{2+}$  з'являється смуга при  $\lambda'_{\text{max}}=500$  нм, що зумовлює появу червоного забарвлення в розчині (рис.6, крива 1), яке маскує блакитний колір відновленого комплексу  $\text{CuTAAB}^{+}$  (рис. 6, крива 2). Це не впливає на спектрофотометричне визначення АОА за інтенсивністю смуги 695 нм, але унеможливує візуальний тестовий напівкількісний аналіз якості рослинних препаратів.

Оскільки при твердофазному визначенні АОА, яке проводилося у водних розчинах, таке явище не спостерігалось, доцільним виявилось дослідити можливість прямого спектрофотометричного визначення АОА за відсутності етанолу, незважаючи на незначну розчинність  $\text{CuTAAB}^{+}$  за цих умов.

Було встановлено, що у лужних водних розчинах спектри поглинання високодисперсної суспензії комплексу  $\text{CuTAAB}^{+}$  за інтенсивністю співпадають із спектрами його етанольного розчину (рис.6, криві 2 та 4), але максимум смуги гіпсохромно зміщений до  $\lambda_{\text{max}}=662$  нм. Крім того, у водному лужному розчині в спектрі  $\text{CuTAAB}^{2+}$  також спостерігається смуга  $\lambda'_{\text{max}}=500$  нм, але вона значно менш

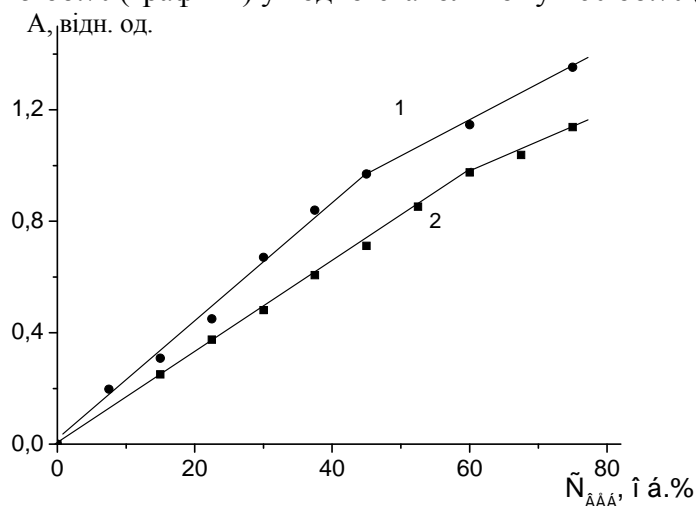
інтенсивна порівняно із етанольним розчином, а при взаємодії з відновниками взагалі не впливає на забарвлення синього комплексу



**Рис. 6.** Спектри поглинання комплексу  $\text{CuTAAB}^{2+}$  до (1, 3) та після взаємодії з кавовою кислотою (2, 4) в 50% етанольному (1, 2) та водному (3, 4) розчинах ( $\text{pH} = 10,7$ ,  $C_{\text{КК}} = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ,  $C_{\text{CuTAAB}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ,  $l = 0,5 \text{ см}$ )

Було проведено визначення кверцетину і кавової кислоти за розробленою вище методикою, з якої була вилучена стадія додавання етанолу, а вимірювання оптичної густини проводили через 1,0 хв після змішування компонентів. Параметри відповідних градувальних графіків для визначення цих стандартних речовин також наведені в табл. 1.

При визначенні АОА екстракту бальзасилу необхідно враховувати діапазон лінійності залежності аналітичного сигналу  $A$  від його концентрації  $C_{\text{ВЕБ}}$ . Як видно з рис. 7, лінійність з коефіцієнтом кореляції 0,999 зберігається до концентрації екстракту 45 об.% (графік 1) у водно-етанольному і 60 об.% (графік 2) – у водному розчині.



**Рис. 7.** Залежність поглинання розчинів  $\text{CuTAAB}^{2+}$  від концентрації водного екстракту бальзасилу при визначенні у 50% етанольному розчині (1) та у воді (2).  
(1 -  $\lambda = 695 \text{ нм}$ ,  
2 -  $\lambda = 662 \text{ нм}$ )

Грунтуючись на отриманих даних, визначення АОА бальзасилу проводили за наступною методикою. В мірну колбу ємністю 5 мл ( $V_3$ ) вводили 1,0 мл екстракту бальзасилу ( $V_2$ ) з концентрацією 1,2 об.%, 0,8 мл розчину  $\text{CuTAAB}^{2+}$  з концентрацією 1,2 мг/мл ( $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ), 0,2 мл буферного розчину ( $\text{NaHCO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3$ ) з  $\text{pH} 10,7$ , швидко перемішували і через 1 хв вимірювали оптичну густину при 662 нм. Антиоксидантну активність екстракту бальзасилу в отриманому розчині (АОА'  $_{\text{КВ}}$  (КК)) в одиницях концентрації речовини-стандарту (мг/мл КК або мг/мл Кв) розраховували за

відповідним градувальним графіком (табл. 1). Антиоксидантну активність препарату бальзасил в мг Кв або КК на 1г препарату розраховували за формулою

$$AOA_{Кв(КК)} = AOA'_{Кв(КК)} V_1 \cdot V_3 / V_2 \cdot m.$$

Результати визначення АОА препарату бальзасил, знайдені за градувальними графіками, наведено в табл. 2. Застосування методу добавок [12] підтвердило правильність отриманих результатів (табл. 2).

**Таблиця 2.** Результати визначення антиоксидантної активності дієтичної добавки бальзасил (n=6, P=0,95)

Спосіб визначення АОА	Антиоксидантна активність	
	АОА <sub>Кв</sub> , мг Кв/г бальзасилу	АОА <sub>КК</sub> , мг КК/г бальзасилу
За градувальним графіком	5,65±0,05	4,55±0,06
Методом добавок	5,59±0,04	4,46±0,05

Таким чином, розроблена методика визначення АОА дає задовільно правильні і відтворювані результати, що дозволяє рекомендувати її для стандартизації дієтичних добавок і лікарських засобів, які містять лікарську рослинну сировину, за їх антиоксидантною активністю.

### Висновки

При аналізі спектральних характеристик водного екстракту бальзасилу встановлено, що основу біоактивного комплексу його лікарських рослин складають поліфеноли з антиоксидантними властивостями – похідні коричної кислоти та флавоноїди.

Запропоновано спектрофотометричні методики визначення антиоксидантної активності дієтичної добавки бальзасил, які ґрунтуються на взаємодії нітрату тетрабензо[b,f,j,n][1,5,9,13]тетраазациклогексадецинкуприму(II) з природними поліфенолами-антиоксидантами, що супроводжуються контрастним кольоровим переходом.

Встановлено оптимальні умови аналізу бальзасилу за інтегральним показником – антиоксидантною активністю. Показано, що розроблені спектрофотометричні методики чутливі, експресні, прості у виконанні та мають задовільні метрологічні характеристики, що робить їх перспективними для контролю якості фармпрепаратів на основі лікарської рослинної сировини.

### Література

1. Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния / Под ред. А.А. Чуйко. – Киев: Наук. думка, 2003. – 415 с.
2. Пат. 85389 Україна, А61К 9/00. Дієтична добавка – засіб для профілактики та лікування екзо- та ендогенних інтоксикацій / Картель М.Т., Туров В.В, Барвінченко В.М., Ліпковська Н.О., Пострелко В.М, Тарас Г.В. – Опубл. 25.11.2013. Бюл. №22.
3. Серета П.І., Максютіна Н.П., Давтян Л.Л. Фармакогнозія. Лікарська рослинна сировина та фітозасоби. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 347 с.
4. Pietta P.G. Flavonoids as antioxidants // J. Nat. Prod. – 2000. – V.63. – P.1035-1042.
5. Simić A., Manojlović D., Šegan D., Todorović M. Electrochemical Behavior and Antioxidant and Prooxidant Activity of Natural Phenolics // Molecules. – 2007.– N12– P. 2327-2340.

6. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: Биохимический и патофизиологический аспекты. – Москва: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 343 с.
7. Zaporozhets O.A., Krushynska O.A., Lipkovska N.A., Barvinchenko V.N. A new test method for the evaluation of total antioxidant activity of herbal products // J. Agric. Food Chem. – 2004. – V. 52. – P.21-25.
8. Melson G.A., Busch D.H. Reactions of coordinated ligands X. The formation and properties of a tetradentate macrocyclic ligand by the self-condensation of o-aminobenzaldehyde in the presence of metal ions // J. Amer. Chem. Soc. – 1964. – V. 86. – P. 4834-4837.
9. Липковская Н.А., Кольчинский А.Г., Чуйко А.А. Определение редокс-потенциала соединения, иммобилизованного на сорбенте // Журн. физ. химии. –1991. –Т. 65, № 11. – С. 3005-3010.
10. Аналитическая химия в создании стандартизации и контроля качества лекарственных средств: В 3 т. Т.1 / Под ред. В.П.Георгиевского. – Харьков: НТМТ, 2011. – 464 с.
11. Гудзенко А. В., Цуркан О. О., Ковальчук Т. В. Використання речовин-маркерів – сучасний підхід до стандартизації багатокомпонентних лікарських засобів рослинного походження // Фармацевт. журн.– 2011.– № 5.– С. 87–91.
12. Бернштейн И.Я., Каминский Ю.Л. Спектрофотометрический анализ в органической химии. – Л.: Химия, 1986. – 200 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

**Н.А. Липковская, В.Н. Барвинченко, В.В. Туров, Н.Т. Картель**

*Институт химии поверхности им.А.А.Чуйко Национальной академии наук Украины  
ул. Генерала. Наумова 17, Киев, 03164, Украина, e-mail: lipkovska@ukr.net*

*Разработана и оптимизирована методика спектрофотометрического определения суммарного содержания природных полифенолов-антиоксидантов с помощью комплекса тетрабензо-[b,f,j,n] [1,5,9,13] тетраазациклогексадецинкупрум (II) нитрата с использованием кофейной кислоты и кверцетина в качестве веществ-стандартов. На основании результатов апробации данной методики при анализе диетической добавки бальзасил показана перспективность проведения оценки качества и стандартизации препаратов на основе лекарственного растительного сырья по важному фармакологическому показателю – антиоксидантной активности.*

## **DEVELOPMENT OF METHODS OF ANTIOXIDANT ACTIVITY DETERMINATION IN PREPARATIONS BASED ON MEDICINAL PLANTS**

**N.O. Lipkovska, V.M. Barvinchenko, V.V. Turov, M.T. Kartel**

*The method of spectrophotometric determination of total content of natural polyphenol antioxidants using tetrabenzo-[b,f,j,n][1,5,9,13]-tetraazacyclohexadecine - Cu(II) complex was developed and optimized. Caffeic acid and quercetin were proposed as standard substances. This method was approved in the analysis of the dietary supplement balzasil. Based on test results it was shown the perspectivity of quality control and standardization of herbal drugs by their pharmacologically important characteristic – antioxidant activity.*