

doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2019.04.066>

УДК 541.183: 542.924

**Р.В. Іванніков<sup>1</sup>, І.В. Лагута<sup>2</sup>, О.М. Ставинська<sup>2</sup>,  
В.М. Аніщенко<sup>3</sup>, Л.І. Буюн<sup>1</sup>, Є.М. Пахлов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, Київ

<sup>2</sup> Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, Київ

<sup>3</sup> Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Київ

E-mail: [icvmtt34@gmail.com](mailto:icvmtt34@gmail.com)

## **Композити на основі екстрактів із листя орхідних та кремнезему для пролонгованого вивільнення біоактивних речовин**

*Представлено членом-кореспондентом НАН України В.В. Туровим*

З використанням листя рослин *Orchidaceae* Juss. одержано біоактивні екстракти, склад яких досліджено методом високоефективної рідинної хроматографії. Шляхом адсорбції екстрактів на поверхні високодисперсного кремнезему одержано біологічно активні композиції. Композити охарактеризовано методами ІЧ та UV/VIS спектроскопії, вивчено вивільнення компонентів екстрактів із композитів у водний та етанольний розчини. Встановлено, що основними класами біоактивних сполук у екстрактах є фенольні кислоти та флавоноїди в глікозидній формі. Показано, що в композитах ці сполуки взаємодіють із силанольними групами кремнезему. У випадку десорбції у воду із композитів вивільняється тільки незначна частина біоактивних сполук. Десорбція фенольних сполук у етанольний розчин була значно більшою, але вивільнення різних фенолів здійснювалось не одночасно. Розбіжності в десорбції біоактивних речовин вказують на різну силу їх взаємодії з кремнеземом та на можливість використання кремнезему для створення композитів з пролонгованим вивільненням біологічно активних сполук.

**Ключові слова:** екстракти *Orchidaceae* Juss., фенольні сполуки, високодисперсний кремнезем, композиції.

Рослинні екстракти — цінне джерело біологічно активних сполук, що мають широкий спектр корисної дії. Важливими компонентами багатьох рослинних екстрактів є натуральні антиоксиданти, такі як флавоноїди, фенольні кислоти тощо [1, 2]. Фенольні антиоксиданти використовують в медицині, ветеринарії, харчовій промисловості для інгібування чи уповільнення вільнорадикальних/окиснювальних процесів [2]. Рослини родини орхідних містять значну кількість фенольних сполук і широко використовуються у східній медицині [3–5]. У помірно кліматичному поясі орхідні вирощують в оранжереях чи в умовах *in vitro* [6]. Екстракти, що отримані з таких рослин, можуть бути використані в оригінальному вигляді як сировина для виділення індивідуальних речовин чи в складі комбінованих лікарських форм.

Високодисперсний кремнезем також використовують як активний компонент для створення комбінованих лікарських засобів. Присутність кремнезему в композитах сприяє по-

© Р.В. Іванніков, І.В. Лагута, О.М. Ставинська, В.М. Аніщенко, Л.І. Буюн, Є.М. Пахлов, 2019

ліпшенню біодоступності органічних речовин, підвищенню їх стабільності під час тривалого зберігання, пролонгації часу їх дії [7]. Можливість уповільнення десорбції біоактивних сполук із композита в розчин залежить від взаємодії цих сполук з кремнеземом. Зазвичай фенольні сполуки погано адсорбуються на поверхні кремнезему і швидко вивільняються в розчин, але серед багатьох компонентів екстрактів можуть бути і такі, що мають відносно високу спорідненість до кремнезему.

Метою дослідження було отримання композитів на основі біоактивних екстрактів орхідних та високодисперсного кремнезему, вивчення складу екстрактів і композитів та з'ясування можливості використання композитів для пролонгованої десорбції біоактивних сполук.

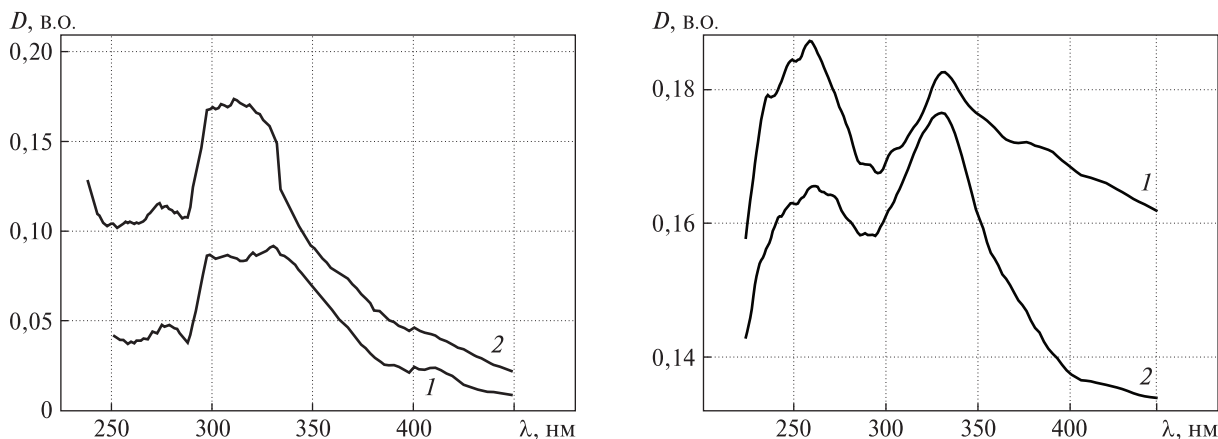
Біоактивні екстракти готували з листя рослин *Dendrobium nobile* Lindl. та *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. методом екстракції в етанольний розчин. Співвідношення висушеної сировини та екстрагента становило 1 г/100 мл, час екстракції – 30 хв. UV/Vis спектри вихідних екстрактів та сполук, десорбованих із композитів у розчин, реєстрували на спектрофотометрі Perkin Elmer UV-VIS Lambda 35.

Склад екстрактів досліджували методом високоефективної рідинної хроматографії з використанням автоматичного чотириканального рідинного хроматографа Agilent 1100 з діодно-матричним детектором та хімічною станцією, хроматограми записували при довжині хвиль 206, 254, 300, 350 та 450 нм. Вміст у екстрактах фенолів, що належать до трьох основних зареєстрованих класів (гідроксикоричні кислоти та їх похідні, гідроксибензойні кислоти та їх похідні, флавоноїди та їх похідні), оцінювали шляхом зіставлення площі відповідних сигналів у хроматограмах екстрактів з площею сигналу стандартної сполуки (кавова кислота для гідроксикоричних кислот, галова кислота для гідроксибензойних кислот, кверцитин-3-арабінозид для флавоноїдів). Відповідні дані наводяться у перерехунку на 1 г сухої рослинної сировини.

Біоактивні композити готували на основі екстрактів та високодисперсного кремнезему (марка А300, питома поверхня 270 м<sup>2</sup>/г, Калуш, Україна) методом сольватно-стимульованої адсорбції в умовах псевдозрідженого шару. Наважку 10 г високодисперсного кремнезему А-300 поміщали в реактор, потім при постійному перемішуванні поступово додавали 5 мл екстракту *Dendrobium nobile* Lindl. чи *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. Після цього суміш перемішували ще протягом години, за цей час розчинник майже повністю випаровувався. Одержані у такий спосіб композити далі в тексті позначаються DN-A300 та AR-A300 відповідно.

Композити досліджували методами UV/Vis та ІЧ спектроскопії. UV/Vis спектри відбиття композитів реєстрували на спектрофотометрі Specord M-40, ІЧ спектри кремнезему і композитів – на спектрофотометрі Specord M-80. Для запису ІЧ спектра всі зразки були спресовані в тонкі прямокутні пластини розміром 8 × 28 мм та масою 15 ± 0,5 мг.

Десорбцію компонентів екстрактів з поверхні кремнезему вивчали в умовах постійного об'єму розчину. До наважки композита масою 0,2 г додавали 5 мл води чи 70%-го розчину етанолу і перемішували в термостаті при постійній температурі 25 °С протягом 24 год. Потім суміш центрифугували, відділяли супернатант та реєстрували UV/Vis спектр розчину. Виходячи зі співвідношення екстракту і кремнезему в композиті і співвідношення композита та розчину в десорбційному експерименті, максимально можливу концентрацію десорбованих біологічно активних сполук в розчині можна оцінити як 1/50 концентрації біоактивних сполук у вихідному екстракті.



**Рис. 1.** Фрагменти електронних спектрів екстрактів *Dendrobium nobile* Lindl. (1) та *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. (2). Розведення екстрактів 1 : 50

**Рис. 2.** Спектри відбиття композитів DN-A300 (1) та AR-A300 (2)

#### Вміст основних біологічно активних сполук в екстрактах орхідних за даними хроматографії

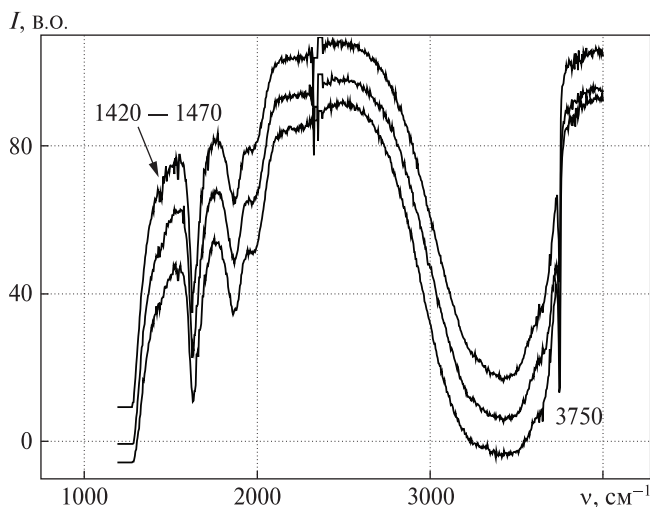
Рослина	Сумарна маса флавоноїдів*, мг/г	Кількість сигналів флавононів*/флавонолів*	Сумарна маса гідроксикоричних кислот, мг/г	Сумарна маса гідроксibenзойних кислот, мг/г
<i>Dendrobium nobile</i> Lindl.	0,26	6 / 0	<0,01	0,01
<i>Anoectochilus roxburghii</i> (Wall.) Lindl.	0,44	1 / 9	0,10	<0,01

\* У формі глікозидів.

На рис. 1 наведено фрагменти електронних спектрів екстрактів *Dendrobium nobile* Lindl. та *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. в області 250–450 нм. В обох спектрах можна визначити смуги поглинання з максимумами при довжині хвиль 270–280 нм і ~ 410 нм та широкую інтенсивну смугу поглинання при 300–350 нм (спектр 1) чи 300–330 нм (спектр 2). Згідно з результатами дослідження методом хроматографії, екстракти *Dendrobium nobile* Lindl. та *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. містять однакові класи сполук, але дещо відрізняються за своїм складом (таблиця).

Як можна бачити з даних таблиці, основними компонентами обох екстрактів є гідроксикоричні і гідроксibenзойні кислоти та флавоноїди у формі глікозидів; інші біоактивні речовини, що зазвичай реєструються в екстрактах орхідних (антоціаніни, антрацени, кумарини, катехіни, терпеноїди тощо), у досліджених зразках наявні в значно меншій кількості. При цьому екстракт *Dendrobium nobile* Lindl. містить більше глікозидів флавононів і практично не містить флавонолів, тоді як у складі екстракту *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. переважають глікозиди флавонолів; також екстракт *Dendrobium nobile* Lindl. містить значно меншу кількість гідроксикоричних кислот і більшу кількість гідроксibenзойних кислот (див. таблицю).

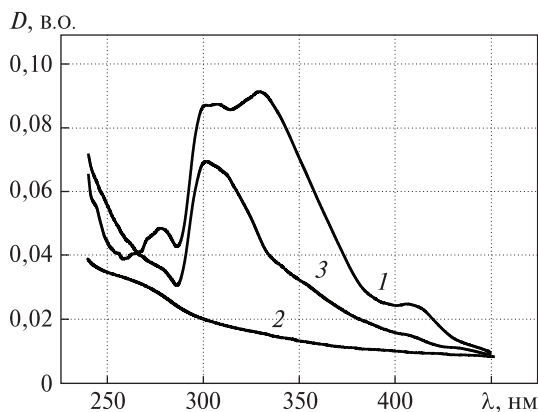
**Рис. 3.** ІЧ спектри вихідного кремнезему А300 (1) та композитів DN-A300 (2), AR-A300 (3)



Спектри розділених у хроматографічному експерименті глікозидів флавонів та флавонолів мали найбільш інтенсивні максимуми в діапазоні довжин хвиль 320–350 нм, для деяких флавоноїдів максимуми поглинання становили близько 370 нм. За поглинання в області 300–320 нм у спектрах екстрактів, найімовірніше, відповідають фенольні кислоти. Згідно з результатами хроматографії та літературними даними [8, 9], більшість гідроксикоричних кислот мають смуги поглинання з максимумами при 324–326 нм і плечем при 294–298 нм, у кавової та кумарової кислот максимум поглинання становить ~310 нм. Корична кислота та більшість гідроксибензойних кислот поглинають переважно в області до 300 нм, з максимумами при довжинах хвиль ~260–270 та 295 нм. Таким чином, основними компонентами екстрактів є флавоноїди в глікозидній формі та фенольні кислоти; ці сполуки відрізняються за своїми властивостями та електронними спектрами.

На рис. 2 наведено спектри відбиття композитів DN-A300 та AR-A300, які свідчать про те, що згадані вище фенольні сполуки присутні і в одержаних композитах. Дійсно, спектри містять широкі смуги поглинання з максимумами ~250–280 та ~330 нм, які можуть складатися із сигналів від таких сполук, як флавоноїди, гідроксикоричні та гідроксибензойні кислоти (див. вище). Ці сполуки, імовірно, утримуються на поверхні кремнезему завдяки взаємодії з його силанольними групами. Як можна бачити з порівняння ІЧ спектрів вихідного кремнезему і композитів (рис. 3), у випадку композитів спостерігається істотне (приблизно на 20 %) зменшення інтенсивності смуги при 3750  $\text{cm}^{-1}$ , яка належить до валентних коливань вільних ОН- (силанольних) груп; це вказує на участь силанольних груп у формуванні зв'язку між високодисперсним кремнеземом і компонентами рослинного екстракту [10]. У спектрах кремнезему і композитів спостерігали й інші відмінності, а саме: в області 1420–1470  $\text{cm}^{-1}$  у спектрах композитів реєструвалися смуги при 1470–1460  $\text{cm}^{-1}$  (які відносять до асиметричних деформаційних коливань зв'язків С–Н алкільних фрагментів), при 1610, 1580, 1510, 1460  $\text{cm}^{-1}$  (ароматичні С=C-зв'язки), при 1430  $\text{cm}^{-1}$  (ножичні коливання  $\text{CH}_2$ -груп, що знаходяться поряд з карбонільною групою [11], а також скелетні коливання ароматичного кільця [12]). Наявність цих сигналів у спектрах композитів підтверджує присутність у композитах органічних сполук.

На рис. 4, криві 2 та 3, наведено спектри розчинів, отриманих у результаті десорбції біологічно активних речовин із композита DN-A300 у воду та в 70 % етанол. Як можна бачити з рисунка, на кривій 2 (десорбція у воду) присутній тільки слабкий максимум при ~270 нм, який можна віднести, наприклад, до гідроксибензойних кислот чи коричневої кислоти. Така незначна десорбція фенолів у воду пов'язана, найімовірніше, з їх поганою розчинністю у воді.



**Рис. 4.** Спектр розведеного у 50 разів екстракту *Dendrobium nobile* Lindl. (1) та спектри розчинів речовин, десорбованих з композита DN-A300 у воду (2) та в етанол (3)

Серед вищезгаданих фенольних сполук – можливих компонентів екстрактів – тільки корична, бензойна та гідроксибензойні кислоти характеризуються помітною розчинністю у воді, тоді як більшість флавоноїдів та гідроксикоричних кислот у воді практично не розчиняються.

Спектр розчину, отриманого в результаті десорбції біоактивних компонентів із композита в етанол (крива 3), має смуги, характерні для фенолів, але не збігається повністю зі спектром вихідного екстракту (крива 1). Як можна бачити з рисунка, інтенсивність максимуму при ~300 нм у спектрі вихідного екстракту, розведеного в 50 разів, і в спектрі розчину десорбованих сполук майже однакова. Водночас у спектрі вихідного екстракту спостерігається максимум при довжині хвилі ~330 нм, якого немає у спектрі розчину десорбованих речовин.

На підставі результатів порівняння спектрів вихідного екстракту і десорбованих сполук можна припустити, що відносно швидко вивільняються із композитів сполуки, які характеризуються спектрами поглинання до 300 нм (наприклад, фенольні кислоти), тоді як деякі флавоноїди чи інші сполуки зі спектрами поглинання при  $\geq 330$  нм залишаються на поверхні кремнезему навіть після 24 год контакту з етанольним розчином. Відмінності у десорбції різних біоактивних сполук вказують на різну силу взаємодії цих речовин з кремнеземом. Згідно з даними квантово-хімічних розрахунків [10], взаємодія фенольних сполук з кремнеземом здійснюється завдяки формуванню водневих зв'язків між гідроксильними групами фенолів і силанольними групами кремнезему. Більшість флавоноїдів, галова, кавова, хлорогенова кислоти мають у своїй структурі декілька гідроксильних груп і, відповідно до результатів квантової хімії, утворюють два водневих зв'язки з силанольними групами кремнезему. Імовірно, саме для таких сполук адсорбція на кремнеземі може забезпечити уповільнення десорбції в розчин та пролонговану дію речовини. Такі феноли, як сінапова та ферулова кислоти мають у своїй структурі тільки одну активну гідроксильну групу і характеризуються значно меншою енергією взаємодії з кремнеземом.

Таким чином, одержані дані показують, що композити на основі екстрактів з листя орхідних та високодисперсного кремнезему містять переважно такі фенольні сполуки, як гідроксибензойні і гідроксикоричні кислоти та флавоноли у глікозидній формі; ці сполуки адсорбуються на поверхні кремнезему за рахунок взаємодії з його силанольними групами. Біологічно активні речовини майже не десорбуються із композитів у водне середовище і з різною швидкістю вивільняються в етанольний розчин. На підставі одержаних даних можна припустити, що найсильніше взаємодіють з кремнеземом та найдовше залишаються в композиті такі сполуки, як флавоноїди, які мають у своїй структурі декілька активних гідроксильних груп. Детальніше визначення природи компонентів екстрактів, які з різною швидкістю десорбуються з поверхні кремнезему, буде предметом подальших досліджень.

Роботу виконано за підтримки цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України “Фундаментальні основи молекулярних та клітинних біотехнологій”.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Kumar S., Pandey A.K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Sci. World.J.* 2013. doi: <https://doi.org/10.1155/2013/162750>
2. Proestos C., Chorianopoulos N., Nychas G.J.E., Komaitis M. RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *J. Agric. Food. Chem.* 2005. **53**, № 4. P. 1190–1195. doi: <https://doi.org/10.1021/jf040083t>
3. Williams C.A. The leaf flavonoids orchidaceae. *Phytochemistry.* 1979. **18**, № 5. P. 803–813. doi: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(79\)80019-9](https://doi.org/10.1016/0031-9422(79)80019-9)
4. Kong J.M., Goh N.K., Chia L.S., Chia T.F. Recent advances in traditional plant drugs and orchids. *Acta Pharmacol. Sin.* 2003. **24**, № 1. P. 7–21.
5. Gutiérrez R.M.P. Orchids: A review of uses in traditional medicine, its phytochemistry and pharmacology. *Med. Plant. Res.* 2010. **4**, № 8. P. 592–638. doi: <https://doi.org/10.5897/JMPR10.012>
6. Черевченко Т.М., Лаврентьева А.М., Иванников Р.В. Биотехнология тропических и субтропических растений in vitro. Киев: Наук. думка, 2008. 560 с.
7. Laguta I.V., Kuzema P.O., Stavinskaya O.N., Kazakova O.A. Supramolecular complex antioxidant consisting of vitamins C, E and hydrophilic-hydrophobic silica nanoparticles. *Nanomaterials and Supramolecular Structures*: Shpak A., Gorbyk P. (Eds.). Dordrecht: Springer, 2009. P. 269–279. doi: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2309-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2309-4_22)
8. Моисеев Д.В. Определение фенольных кислот в растениях методом ВЭЖХ. *Химия растительного сырья.* 2014. № 3. С. 171–174. doi: <https://doi.org/10.14258/jcprm.1403171>
9. Жукова О.Л., Абрамов А.А., Даргаева Т.Д., Маркарян А.А. Изучение фенольного состава подземных органов сабельника болотного. *Вестн. Моск. ун-та, Сер. 2. Химия.* 2006. **47**, № 5. С. 342–345.
10. Kuzema P.O., Laguta I.V., Stavinskaya O.N., Kazakova O.A., Borysenko M.V., Lupaşcu T. Preparation and characterization of silica-Epoxy nanobiocomposites. *Nanoscale. Res. Lett.* 2016. **11**. 68. doi: <https://doi.org/10.1186/s11671-016-1287-y>
11. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. Москва: Изд-во иностр. лит., 1963. 592 с.
12. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. Москва: Высш. шк., 1971. 264 с.

Надійшло до редакції 14.02.2019

#### REFERENCES

1. Kumar, S. & Pandey, A.K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Sci. World. J.* doi: <https://doi.org/10.1155/2013/162750>
2. Proestos, C., Chorianopoulos, N., Nychas, G.J.E. & Komaitis, M. (2005). RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *J. Agric. Food. Chem.*, 53, No. 4, pp.1190-1195. doi: <https://doi.org/10.1021/jf040083t>
3. Williams, C.A. (1979). The leaf flavonoids orchidaceae. *Phytochemistry*, 18, No. 5, pp. 803-813. doi: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(79\)80019-9](https://doi.org/10.1016/0031-9422(79)80019-9)
4. Kong, J. M., Goh, N. K., Chia, L. S. & Chia, T. F. (2003). Recent advances in traditional plant drugs and orchids. *Acta Pharmacol. Sin.*, 24, No. 1, pp. 7-21.
5. Gutiérrez, R.M.P. (2010). Orchids: A review of uses in traditional medicine, its phytochemistry and pharmacology. *Med. Plant. Res.*, 4, No. 8, pp. 592-638. doi: <https://doi.org/10.5897/JMPR10.012>
6. Cherevchenko, T. M., Lavrentyeva, A. M. & Ivannikov, R. V. (2008). Biotechnology of tropical and subtropical plants in vitro. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
7. Laguta, I. V., Kuzema, P. O., Stavinskaya, O. N. & Kazakova, O. A. (2009). Supramolecular complex antioxidant consisting of vitamins C, E and hydrophilic-hydrophobic silica nanoparticles. In Shpak A., Gorbyk P.

- (Eds.). *Nanomaterials and Supramolecular Structures* (pp. 269-279). Dordrecht: Springer. doi: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2309-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2309-4_22)
8. Moiseev, D. V. (2014). Determination of phenolic acids in plants by HPLC. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, No. 3, pp. 171-174 (in Russian). doi: <https://doi.org/10.14258/jcprm.1403171>
  9. Zhukova, O. L., Abramov, A. A., Dargaeva, T. D. & Markarian, A. A. (2006). Study on the phenol composition of the camarum polustre soil covered organs. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Ser. 2. Khimiya*, 47, No. 5, pp. 342-345 (in Russian).
  10. Kuzema, P. O., Laguta, I. V., Stavinskaya, O. N., Kazakova, O. A., Borysenko, M. V. & Lupaşcu, T. (2016). Preparation and characterization of silica-Enoxil nanobiocomposites. *Nanoscale. Res. Lett.*, 11, 68. doi: <https://doi.org/10.1186/s11671-016-1287-y>
  11. Bellamy, L. (1963). *Infrared spectra of complex molecules*. Moscow: Izd-vo Inostrannoy literatury (in Russian).
  12. Kazitsyna, L. A. & Kupletskaya, N. B. (1971). *The use of UV, IR and NMR spectroscopy in organic chemistry*. Moscow: Vysshaya shkola (in Russian).

Received 14.02.2019

*Р.В. Іванніков*<sup>1</sup>, *І.В. Лагута*<sup>2</sup>, *О.Н. Ставінська*<sup>2</sup>,  
*В.М. Аніщенко*<sup>3</sup>, *Л.І. Буюн*<sup>1</sup>, *Є.М. Пахлов*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришко НАН України, Київ

<sup>2</sup> Інститут хімії поверхності ім. А.А. Чуйко НАН України, Київ

<sup>3</sup> Інститут фізико-органічної хімії та углекислоти ім. Л.М. Литвіненка НАН України, Київ

E-mail: [icvmtt34@gmail.com](mailto:icvmtt34@gmail.com)

#### КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ ОРХИДНЫХ И КРЕМНЕЗЕМА ДЛЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ВЫСВОБОЖДЕНИЯ БИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

С использованием листьев растений *Orchidaceae* Juss. получены биоактивные экстракты, состав которых исследован методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Путем адсорбции экстрактов на поверхности высокодисперсного кремнезема получены биологически активные композиты. Композиты охарактеризованы методами ИК и UV/VIS спектроскопии, изучено высвобождение компонентов экстрактов из композитов в водный и этанольный растворы. Установлено, что основными классами биоактивных соединений в экстрактах являются фенольные кислоты и флавоноиды в форме гликозидов. Показано, что в композитах эти соединения взаимодействуют с силанольными группами кремнезема. В случае десорбции в воду из композитов высвобождается только незначительная часть биоактивных веществ. Десорбция фенольных соединений в этанольный раствор была значительно больше, но высвобождение различных фенолов осуществлялось не одновременно. Различия в десорбции биоактивных веществ указывают на разную силу их взаимодействия с кремнеземом и на возможность использования кремнезема для создания композитов с пролонгированным высвобождением активных веществ.

**Ключевые слова:** *экстракты Orchidaceae Juss., фенольные соединения, высокодисперсный кремнезем, композиты.*

R.V. Ivannikov<sup>1</sup>, I.V. Laguta<sup>2</sup>, O.N. Stavinskaya<sup>2</sup>,  
V.M. Anishchenko<sup>3</sup>, L.I. Buyun<sup>1</sup>, E.M. Pakhlov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> M.M. Gryshko National Botanic Garden of the NAS of Ukraine, Kiev

<sup>2</sup> Chuiko Institute of Surface Chemistry of the NAS of Ukraine, Kiev

<sup>3</sup> L.M. Litvinenko Institute of Physical-Organic and Coal Chemistry  
of the NAS of Ukraine, Kiev

E-mail: icvmtt34@gmail.com

#### COMPOSITES FOR PROLONGED RELEASE OF BIOACTIVE COMPOUNDS BASED ON ORCHIDS LEAVES EXTRACTS AND FUMED SILICA

Bioactive extracts are prepared from leaves of the plants of Orchidaceae Juss. Their composition is investigated by the HPLC method. By means of adsorption of the extracts on fumed silica, bioactive composites were obtained. IR and UV/VIS spectroscopies are used for the characterization of composites, and the release of the extract components from the composites into water and ethanol solutions is studied. Phenolic acids and flavonoids in the glycoside form are the main groups of bioactive compounds revealed in the extracts; in the composites, these compounds appear to interact with silica silanol groups. Only a small part of the compounds is found to be released from the composites into aqueous media. The content of desorbed phenols in the ethanol solution was much higher, but the release of various components of the extracts occurred not simultaneously. The distinctions in the desorption of various phenols appoint to the different interactions of the substances with the silica surface and provide a possibility to use silica for a prolonged release of bioactive compounds.

**Keywords:** *Orchidaceae Juss. extracts, phenolic compounds, fumed silica, composites.*