

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.01.071>

УДК 544.7:543.42: 546.284-31:615.322

Н.Ю. Клименко, Т.В. Крупська, В.В. Туров

Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України, Київ

E-mail: nklymenko@ukr.net

Процес вивільнення активної речовини з модельної композитної системи на основі чорного чаю та кремнеземів

Представлено членом-кореспондентом НАН України В.В. Туровим

Досліджено композитні системи на основі гідрофільного та суміші гідрофільного і гідрофобного кремнеземів з різною насипною густиною (45, 175, 300 г/л) та чорного чаю. Встановлено, що зі збільшенням концентрації чаю оптична густина розчину лінійно зростає. Показано, що компоненти чаю можуть адсорбуватись на гідрофільному кремнеземі в кількості, що не перевищує 0,002 г/г. Визначено, що створені композитні системи мають дві стадії вивільнення активних речовин — швидку та повільну, що обумовлює їх пролонговану дію. Завдяки взаємодії частинок кремнезему та целюлозної матриці лікарських рослин процесом десорбції можна керувати в широких межах, змінюючи фізико-хімічні параметри цього процесу, насипну густину композитних систем та використовувати додатки гідрофобного кремнезему. Встановлено ефект реадсорбції біологічно активних речовин у міжчастинкових зазорах композитної системи. Зроблено припущення, що цей ефект можна застосовувати для створення нового покоління композитних систем, придатних для лікування різних типів захворювань.

Ключові слова: кремнезем, чорний чай, композитні системи, десорбція, УФ спектроскопія.

В останні десятиліття фахівцями в області фармакотерапії та замісної терапії значна увага приділяється створенню лікарських форм для забезпечення тривалої, рівномірної та контрольованої подачі лікарських речовин до зони їх всмоктування. Залежно від типу захворювання необхідний для ефективного лікування час вивільнення лікарських речовин може становити від 10–15 хв до декількох годин і навіть днів [1]. Перспективним напрямком створення лікарських систем з програмованим вивільненням біологічно активних речовин є розробка композитів на основі кремнеземів та подрібнених лікарських рослин [2–4]. При цьому як компонент, що регулює час вивільнення біоактивної субстанції, можуть бути використані додатки гідрофобного кремнезему [5–7]. У складних композитних системах, що містять один або два типи мінеральних адсорбентів та зв'язаного з целюлозною матрицею комплексу біоактивних речовин, можуть відбуватися як явища їх десорбції з рослинної сировини, так і вторинної адсорбції на кремнеземах або в зонах контакту частинок кремнезему з целюлозою. Дослідження цих процесів зазвичай є складним завданням. Першим

© Н.Ю. Клименко, Т.В. Крупська, В.В. Туров, 2020

ISSN 1025-6415. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2020. № 1: 71–78

71

кроком в його вирішенні може стати вивчення десорбції спектрально спостережуваних речовин з композитів, де як модельна рослинна лікарська сировина використовується дисперговане листя чорного чаю, оскільки його компоненти легко реєструються методами оптичної спектроскопії.

Відомо, що чай знаходиться на другому місці після води за кількістю рідини, яку споживають люди. Чайні поліфеноли виявляють різну біологічну активність, у тому числі протигрибкову, протизапальну, антимурагенну, антиоксидантну, протипухлинну, антикардіоваскулярну, антимікробну та антигіперглікемічну, а також сприяють зниженню рівня холестерину в плазмі. Крім того, чай сам по собі здатний виконувати функцію адсорбенту [8–10].

У зв'язку з цим мета дослідження полягала у вивченні пролонгування часу вивільнення активних речовин з композитної системи на основі дисперсного кремнезему з різною насипною густиною та чорного чаю (ЧЧ), який було використано як модель, і визначення впливу температури на цей процес.

Матеріали та методи. У дослідженні використовували гідрофільний кремнезем марки А-300 ($S_{\text{пит}} = 295 \text{ м}^2/\text{г}$) з насипною густиною 45, 175, 300 г/л та гідрофобний кремнезем АМ1-300 виробництва Калуського дослідно-експериментального заводу Інституту хімії поверхні НАН України, а також ЧЧ, перетертий до порошкоподібного стану. Вихідні композити на основі гідрофобного кремнезему АМ1-300 та А-300 з насипною густиною 300 г/л готували шляхом їх ретельного розтирання у співвідношенні 50/50 та 30/70 відповідно. Для створення модельної композитної системи для дослідження десорбції кремнезем та ЧЧ у співвідношенні 9 : 1 ретельно розтирали до утворення однорідної суміші. Десорбцію компонентів чаю з поверхні композитів вивчали в умовах постійного об'єму розчину при кімнатній температурі (23–25 °С) та в термостаті при постійній температурі 37 °С для забезпечення температури тіла людини. Для цього до наважки композита масою 0,1 або 0,2 г додавали 0,1 л води і проводили вимірювання через певні проміжки часу, зразки попередньо центрифугували 20 хв при швидкості 3000 об/хв. Як зразок порівняння використовували перетертий ЧЧ, маса якого становила 0,01 або 0,02 г.

Концентрацію десорбованої активної речовини визначали шляхом вимірювання її спектрів поглинання на спектрометрі Specord M-40 ("Carl Zeiss", Германия).

Результати та їх обговорення. Як відомо, хімічний склад чаю залежить від сорту, місця вирощування, погодних умов тощо. Вважають, що до його складу входить близько 300 різних хімічних сполук, серед яких частка нерозчинних у воді речовин доходить до 52 %, також є і розчинні (прості феноли, поліфеноли, цукри, амінокислоти, вітаміни, мінерали), кофеїн, мікро- та макроелементи, ароматичні сполуки, пігменти, алкалоїди пуринового типу, смоли, органічні кислоти, вітаміни та ферменти.

Перед дослідженням вивільнення активних речовин з поверхні композитних систем було побудовано калібрувальну криву, що відображає залежність оптичної густини від концентрації водного розчину ЧЧ при $T = 23 \div 25 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 1, а). Встановлено, що зі збільшенням концентрації чаю оптична густина розчину лінійно зростає. Тобто шляхом вимірювання оптичної густини (D) розчину після контакту з адсорбентами можна легко визначати його концентрацію, а відповідно, і величину адсорбції.

Для визначення можливості адсорбції компонентів ЧЧ на поверхні гідрофільного кремнезему з насипною густиною 45 г/л до водного розчину чаю об'ємом 0,01 л ($C_{\text{вих}} =$

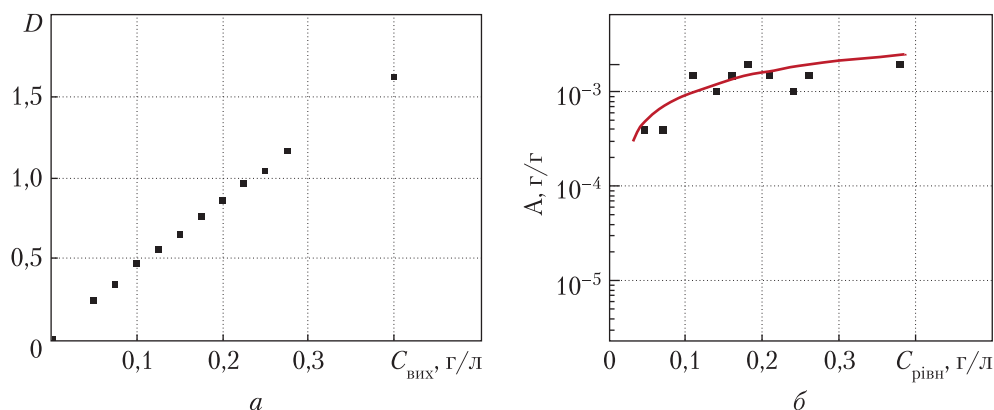


Рис. 1. Калібрувальна крива (а) спектрально активних компонентів ЧЧ та їх адсорбція (б) на поверхні кремнезему А-300 з насипною густиною 45 г/л при $T = 23 \div 25 \text{ }^\circ\text{C}$

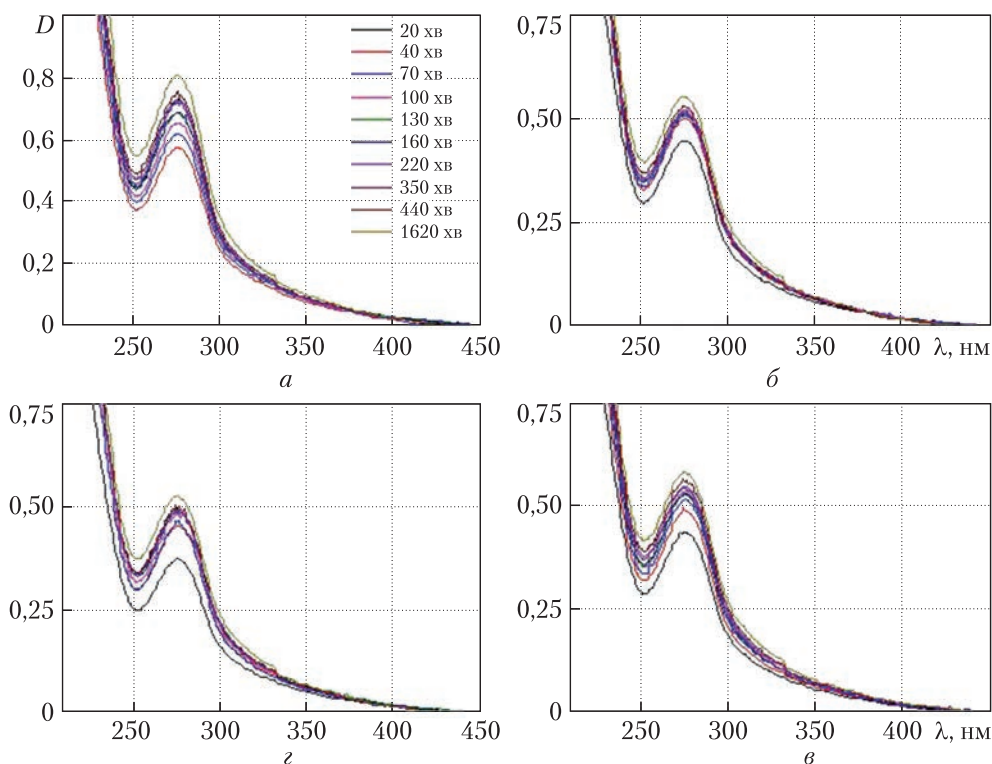


Рис. 2. УФ спектри поглинання десорбованих активних речовин вихідного ЧЧ (а) та композитних систем на його основі з насипною густиною 45 (б), 175 (в), 300 (г) г/л (при $T = 23 \div 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $m_{\text{комп}} = 0,1 \text{ г}$)

$= 0,05 \div 0,4 \text{ г/л}$, $T = 23 \div 25 \text{ }^\circ\text{C}$) додавали 0,1 г кремнезему, перемішували протягом 1 год, центрифугували (20 хв при швидкості 3000 об/хв) та визначали оптичну густина розчину. Виявлено, що компоненти чаю здатні адсорбуватись на кремнеземі А-300 у кількості, що не перевищує 0,002 г/г (див. рис. 1, б).

З метою виявлення впливу насипної густини гідрофільного кремнезему на десорбцію активних речовин з композита А-300/ЧЧ було досліджено вивільнення активних речовин з

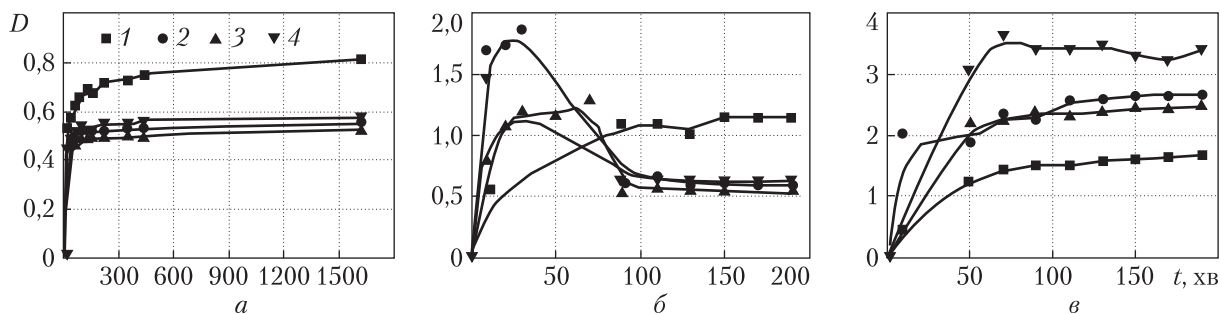


Рис. 3. Криві десорбції біологічно активних речовин ЧЧ з вихідної рослинної сировини (1) та з поверхні кремнеземів з насипною густиною 45 (2), 175 (3), 300 (4) г/л при $T = 23\div 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (а) та $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ (б, в), $m_{\text{комп}} = 0,1\text{ г}$ (а, б) та $0,2\text{ г}$ (в)

поверхні композитів при $23\div 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, що різняться насипною густиною кремнезему А-300, ущільненого у відповідності до методики, описаної в [11]. Спектри поглинання таких систем, одержані протягом різного часу десорбції для вихідного ЧЧ та композитів А-300/ЧЧ, наведено на рис. 2, а криві десорбції в координатах $D(t)$, де D – оптичне поглинання, – на рис. 3, а.

Виходячи з того, що смуги поглинання при 250–290 та 320–380 нм характерні для сполук флавонів та флавонолів [12], а УФ спектри поглинання десорбованих активних речовин ЧЧ з поверхні всіх досліджуваних систем мають максимум при 276 нм, можна припустити, що в процесі десорбції активних речовин ЧЧ у водне середовище виникнення цієї смуги обумовлено наявністю серед десорбованих речовин флавоноїдів та фенолкарбонових кислот.

Отримані криві десорбції зображені на рис. 3, а. Згідно з [13], такий тип кривих вказує на постійну швидкість вивільнення активних речовин, описується кінетикою нульового порядку. В перші 20 хв з поверхні досліджених зразків відбувається швидке вивільнення активних речовин ЧЧ (швидка фаза), а протягом наступних 7 год спостерігається повільна фаза вивільнення, яка проявляється у вигляді широкої ділянки на кривих десорбції. Встановлено, що десорбція компонентів чаю слабо залежить від ущільнення нанокремнезему А-300. Вивільнення активних речовин з поверхні ЧЧ майже в 1,4 раза більше порівняно з їх виділенням композитами. Зі збільшенням часу десорбції до 27 год кількість десорбованої речовини практично не змінюється, що вказує на певну пролонговану дію кремнеземів у досліджуваних композитних систем.

Зниження величини десорбції біогенних речовин ЧЧ в присутності кремнезему А-300 може бути обумовлено їх вторинною адсорбцією на поверхні кремнезему. Проте, як впливає з даних рис. 1, б, величина такої адсорбції мала. Імовірно, зменшення десорбції спричинене взаємодією наночастинок кремнезему з целюлозною матрицею рослинної сировини. Як було показано в [14] на прикладі мікрокристалічної целюлози та крохмалю, міжчастинкова взаємодія кремнезем–целюлоза впливає на зв'язування води полісахаридними системами, а це, у свою чергу, ускладнює десорбцію речовин з набухлої целюлозної матриці.

Результати дослідження вивільнення активних речовин ЧЧ з поверхні кремнезему А-300 з різною насипною густиною при температурі тіла людини ($37\text{ }^{\circ}\text{C}$) наведено на рис. 3 для зразків з різною масою композитів – 0,1 г (б) та 0,2 г (в). Для десорбції біологічно

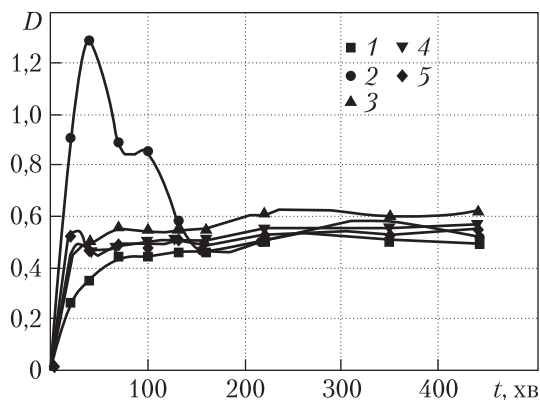


Рис. 4. Криві десорбції активних речовин ЧЧ з поверхні вихідних зразків рослинної сировини (1), гідрофобного АМ1-300 (2), А-300 з насипною густиною 300 (3) г/л, АМ1-300/А-300 50/50 (4) та АМ1-300/А-300 30/70 (5) при $T = 23 \pm 25$ °С, $m_{\text{комп}} = 0,1$ г

активних речовин з індивідуально взятої рослинної сировини кількість десорбованих речовин монотонно збільшується в часі. Проте у випадку малої наважки композитів крива десорбції перестає бути монотонною. На початковій стадії десорбції ($t = 25 \div 50$ хв) кількість десорбованих речовин у розчині зростає, а потім зменшується. Цей ефект максимальний для композитної системи, виготовленої на основі вихідного високодисперсного кремнезему (крива 2 на рис. 3, б). Після 90 хв експерименту десорбція чаю з рослинної сировини в 1,9–2 рази більша, ніж з поверхні композитів ($m_{\text{комп}} = 0,1$ г). Вивільнення активних речовин з поверхні композитів з різною насипною густиною має досить близькі значення.

Зі збільшенням кількості наважки композита до 0,2 г (див. рис. 3, в) кількість речовин, що десорбуються, зростає і нівелюється ефект підвищеної десорбції на початковій стадії процесу. При цьому найбільший ступінь десорбції активних речовин відмічено для композита, одержаного на основі максимально ущільненого кремнезему.

Форма десорбційних кривих (див. рис. 3, б) свідчить про складний характер процесів, що відбуваються під час десорбції біологічно активних речовин з композитів, створених на основі кремнезему та подрібненої лікарської сировини. Ймовірно, що речовини, які десорбуються на першій стадії процесу ($t = 20 \div 40$ хв) можуть повторно адсорбуватися в зоні контакту частинок кремнезему з поверхнею целюлози. Максимально ефективний перебіг даного процесу відмічено для композита, створеного на основі вихідного кремнезему, з невеликою концентрацією твердої фази в розчині.

Для визначення впливу на вивільнення активних речовин додатків гідрофобного кремнезему було створено композитні системи на основі гідрофільного (А-300) та гідрофобного (АМ1-300) кремнеземів, а також їх сумішей. Використовувався гідроущільнений кремнезем А-300 з насипною густиною 300 г/л у співвідношенні з АМ1-300 50/50 та 30/70 відповідно. Криві десорбції компонентів ЧЧ з таких композитів зображено на рис. 4. Як свідчать дані стосовно вивільнення активних речовин чаю з поверхні композита, створеного на основі АМ1-300, у перші 40 хв різко збільшується оптична густина (аналогічно тому, що спостерігалося для пухкого композита при 37 °С) і досягає за цей час максимуму — $D = 1,28$. Після цього спостерігається фаза вторинної адсорбції десорбованих речовин, імовірно, в зонах контакту частинок кремнеземів та целюлози. Через 130 хв проведення експерименту оптична густина знижується до 0,58.

Протягом наступних 7 год десорбції спостерігається повільна фаза вивільнення, яка проявляється у вигляді широкої ділянки на кривих десорбції та практично знаходиться на рівні композитів АМ1-300/А-300 50/50 та 30/70. Встановлено, що десорбція активних речовин чаю з поверхні кремнезему з насипною густиною 300 г/л майже в 1,25 раза вища, ніж з поверхні вихідного зразка ЧЧ. Зі збільшенням часу десорбції до 27 год кількість десорбованої речовини практично не змінюється.

Таким чином, вивчено модельні композитні системи на основі гідрофільного та суміші гідрофільного і гідрофобного кремнеземів з різною насипною густиною та ЧЧ. Показано, що завдяки взаємодії частинок кремнезему та целюлозної матриці лікарських рослин процесом десорбції можна керувати в широких межах, змінюючи фізико-хімічні параметри процесу десорбції, насипну густину композитних систем та використовуючи добавки гідрофобного кремнезему.

Виявлено ефект реадсорбції біологічно активних речовин у міжчастинкових зазорах композитної системи. Зроблено припущення, що цей ефект можна застосовувати для створення нового покоління композитних систем, придатних для лікування різних типів захворювань.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки цільової програми наукових досліджень НАН України “Нові функціональні речовини та матеріали хімічного виробництва” за договором № 19-19.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Рубан О.А., Гриценко В.І., Запорожська С.М. Системи доставки лікарських засобів. Харків: НФаУ, 2016. 72 с.
2. Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния: Чуйко А.А. (ред.). Киев: Наук. думка, 2003. 416 с.
3. Turov V.V., Krupskaya T.V., Golovan A.P., Andriyko L.S., Kartel M.T. Water binding in composite systems based on milled medicinal plants and nanosilica. *Biotechnologia Acta*. 2017. **10**, № 2. С. 40–56. <https://doi.org/10.15407/biotech10.02.040>
4. Туров В.В., Крупська Т.В., Головань А.П., Андрійко Л.С., Картель М.Т. Композитні системи пролонгованої дії на основі подрібнених лікарських рослин та нанокремнеземів. *Наука та інновації*. 2017. **13**, № 2. С. 59–67. <https://doi.org/10.15407/scin13.02.059>
5. Постнов В.Н., Наумышева Е.Б., Королев Д.В., Галагудза М.М. Наноразмерные носители для доставки лекарственных препаратов. *Биотехносфера*. 2013. № 6. С. 16–27.
6. Крупская Т.В., Ругаль А.А., Туров В.В. Особенности связывания воды в композитных системах SiO₂/левомицетин и SiO₂/левомицетин/АМ1. *Допов. Нац. акад. наук Укр*. 2018. № 10. С. 72–78. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.10.072>
7. Turov V.V., Gun'ko V.M., Pakhlov E.M., Krupskaya T.V., Tsapko M.D., Charnas B., Kartel M.T. Influence of hydrophobic nanosilica and hydrophobic medium on water bound in hydrophilic components of complex systems. *Colloids Surf. A. Physicochem. Eng. Asp.* 2018. **552**. P. 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.05.017>
8. Zhang H., Qi R., Mine Y. The impact of oolong and black tea polyphenols on human health. *Food Biosci.* 2019. **29**. P. 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.03.009>
9. Katiyar S.K., Perez A., Mukhtar H. Green tea polyphenol treatment to human skin prevents formation of ultraviolet light B-induced pyrimidine dimers in DNA. *Clin. Cancer Res.* 2000. **6**. P. 3864–3869.
10. Hussain S., Anjali K.P., Hassan S.T., Dwivedi P.B. Waste tea as a novel adsorbent: a review. *Appl. Water Sci.* 2018. **8**, Iss. 6. 165. 16 p. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0824-5>.
11. Krupskaya T.V., Turov V.V., Barvinchenko V.M., Filatova K.O., Suvorova L.A., Iraci G., Kartel M.T. Influence of the “wetting-drying” compaction on the adsorptive characteristics of nanosilica A-300. *Adsorpt. Sci. Technol.* 2018. **36**, Iss. 1–2. P. 300–310. <https://doi.org/10.1177/0263617417691768>

12. Югдурова Е.Д., Николаева Г.Г., Нагаслаева Л.А., Николаев С.М., Маркарян А.А. Методика УФ-спектрофотометрия в количественном определении суммы флавоноидов в чае “Байкальский-6”. *Сиб. мед. журн.* 2004. **45**, № 4. С. 71–74.
13. Bajpai A.K., Shukla S.K., Bhanu S., Kankane S. Responsive polymers in controlled drug delivery. *Progr. Polym. Sci.* 2008. **33**, Iss. 11. P. 1088–1118. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2008.07.005>
14. Туров В.В., Гунько В.М., Барвинченко В.Н., Ругаль А.А., Турова А.А., Федянина Т.В. Гидратация целлюлозы в присутствии кверцетина и органических растворителей. *Химия, физика и технология поверхности.* 2009. № 15. С. 169–180.

Надійшло до редакції 10.10.2019

REFERENCES

1. Ruban, O. A., Gritsenko, V. I. & Zaporozhskaya, S. M. (2016). Drug delivery systems. Kharkiv: NFaU (in Ukrainian).
2. Chuyko, A. A. (Ed.). (2003). Medical chemistry and clinical use of silicon dioxide. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
3. Turov, V. V., Krupskaya, T. V., Golovan, A. P., Andriyko, L. S. & Kartel, M. T. (2017). Water binding in composite systems based on milled medicinal plants and nanosilica. *Biotechnologia Acta.*, 10, No. 2, pp. 40-56. <https://doi.org/10.15407/biotech10.02.040>
4. Turov, V. V., Krupskaya, T. V., Golovan, A. P., Andriyko, L. S. & Kartel, M. T. (2017). Long-acting composite systems based on powdered medicinal plants and nanosilica. *Nauka innov.*, 13, No. 2. P. 59-67 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/scin13.02.059>
5. Postnov, W. N., Naumysheva, Ye. B., Koroljov, D. W. & Galagudza, M. M. (2013). Nano-sized carriers for drug delivery applications. *Biotekhnosfera*, No. 6, pp. 16-27 (in Russian).
6. Krupskaya, T. V., Rugal, A. O. & Turov, V. V. (2018). Water bounding peculiarities in SiO₂/laevomycetin and SiO₂/laevomycetin/AM1 composite systems. *Dopov. Nac. akad. nauk Ukr.*, No. 10, pp. 72-78 (in Russian). <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.10.072>
7. Turov, V. V., Gun'ko, V. M., Pakhlov, E. M., Krupskaya, T. V., Tsapko, M. D., Charmas, B. & Kartel, M. T. (2018). Influence of hydrophobic nanosilica and hydrophobic medium on water bound in hydrophilic components of complex systems. *Colloids Surf. A. Physicochem. Eng. Asp.*, 552, pp. 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.05.017>
8. Zhang, H., Qi, R. & Mine, Y. (2019). The impact of oolong and black tea polyphenols on human health. *Food Biosci.*, 29, pp. 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.03.009>
9. Katiyar, S. K., Perez, A. & Mukhatar, H. (2000). Green tea polyphenol treatment to human skin prevents formation of ultraviolet light B-induced pyrimidine dimers in DNA. *Clin. Cancer Res.*, 6, pp. 3864-3869.
10. Hussain S., Anjali, K. P., Hassan, S. T. & Dwivedi, P. B. (2018). Waste tea as a novel adsorbent: a review. *Appl. Water Sci.*, 8, Iss. 6, 165, 16 p. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0824-5>
11. Krupskaya, T. V., Turov, V. V., Barvinchenko, V. M., Filatova, K. O., Suvorova, L. A., Iraci, G. & Kartel, M. T. (2018). Influence of the “wetting-drying” compaction on the adsorptive characteristics of nanosilica A-300. *Adsorpt. Sci. Technol.*, 36, Iss. 1-2, pp. 300-310. <https://doi.org/10.1177/0263617417691768>
12. Yugdурова, E. D., Nikolaeva, G. G., Nagaslaeva, L. A., Nikolaev, S. M. & Markaryan, A. A. (2004). Working out the method of quantative determination of the sum of phlavanoid by UV-spectrophotometry in the tea “Baikalsky-6”. *Sib. Med. Zhurn.*, 45, No. 4, pp. 71-74 (in Russian).
13. Bajpai, A. K., Shukla, S. K., Bhanu, S. & Kankane, S. (2008). Responsive polymers in controlled drug delivery. *Progr. Polym. Sci.*, 33, Iss. 11, pp. 1088-1118. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2008.07.005>
14. Turov, V. V., Gun'ko, V. M., Barvinchenko, V. N., Rugal, A. A., Turova, A. A. & Fedianina, T. V. (2009). Hydration of cellulose with the presence of quercetin and organic solvents. *Chemistry, Physics and Technology of Surface*, No.15, pp. 169-180 (in Russian).

Received 10.10.2019

Н.Ю. Клименко, Т.В. Крупская, В.В. Туров

Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины, Киев

E-mail: nklymenko@ukr.net

ПРОЦЕСС ВЫСВОБОЖДЕНИЯ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА С МОДЕЛЬНОЙ КОМПОЗИТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЧЕРНОГО ЧАЯ И КРЕМНЕЗЕМОВ

Исследованы композитные системы на основе гидрофильного и смеси гидрофильного и гидрофобного кремнезема с разной насыпной плотностью (45, 175, 300 г/л) и черного чая. Установлено, что с увеличением концентрации чая оптическая плотность раствора линейно возрастает. Показано, что компоненты чая могут адсорбироваться на гидрофильном кремнеземе в количестве, не превышающем 0,002 г/г. Определено, что созданные композитные системы имеют две стадии высвобождения активных веществ — быструю и медленную, что обуславливает их пролонгирующее действие. Благодаря взаимодействию частиц кремнезема и целлюлозной матрицы лекарственных растений процессом десорбции можно управлять в широких пределах, изменяя физико-химические параметры этого процесса, насыпную плотность композитных систем и используя приложения гидрофобного кремнезема. Установлен эффект реадсорбции биологически активных веществ в межчастичных зазорах композитной системы. Сделано предположение, что этот эффект можно использовать при создании нового поколения композитных систем, пригодных для лечения различных типов заболеваний.

Ключевые слова: *кремнезем, черный чай, композитные системы, десорбция, УФ спектроскопия.*

N.Yu. Klymenko, T.V. Krupaska, V.V. Turov

Chuiko Institute of Surface Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv

E-mail: nklymenko@ukr.net

THE PROCESS OF RELEASE OF THE ACTIVE SUBSTANCE FROM A MODEL COMPOSITE SYSTEM BASED ON BLACK TEA AND SILICA

Composite systems based on hydrophilic silica and a mixture of hydrophilic and hydrophobic silica with different bulk densities (45, 175, 300 g/l) and black tea are investigated. It is found that, with increasing the tea concentration, the optical density of a solution increases linearly. It is shown that tea components can be adsorbed on hydrophilic silica in an amount not exceeding 0.002 g/g. It is determined that the formed composite systems have two stages of release of active substances (fast and slow ones), which conditionates their prolonged action. Due to the interaction of silica particles and the cellulosic matrix of medicinal plants, it is possible to control and to widely regulate the desorption process, by changing the physico-chemical parameters of the desorption process and the bulk density of composite systems and by using hydrophobic silica additives. The effect of re-adsorption of biologically active substances in interparticle gaps of the composite system is found. It has been suggested that this effect can be used to create composite systems of a new generation suitable for the treatment of various diseases.

Keywords: *silica, black tea, composite systems, desorption, UV spectroscopy.*