

Л. А. ХРОКАЛО, А. Д. КУЛИК, В. І. ВОРОБЙОВА, В. М. АНДРІЙШИН

СИНТЕЗ НАНОСИСТЕМИ НА ОСНОВІ НІТРАТУ СРІБЛА ТА СЛИЗУ РАВЛИКА *CORNU ASPERSUM* ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В СКЛАДІ КРЕМ-ГЕЛЮ ПІСЛЯ ГОЛІННЯ

Дослідження зосереджене на впровадженні наноматеріалів, отриманих методом зеленого синтезу, у створення ефективних і безпечних засобів догляду за шкірою. Слиз садового равлика *Cornu aspersum* містить глікопротеїди, алантоїн, гліколевую кислоту та інші біоактивні компоненти, що сприяють зволоженню та регенерації шкіри, тоді як срібло в наноформі проявляє високу антибактеріальну активність. Була отримана стабільна наносистема шляхом змішування 0,1 % свіжоприготованого водного розчину ліофілізату слизу (нефільтрованого з додаванням консерванту Sharomix 300) та розчину AgNO_3 10 мМ/л у співвідношенні 1:1 без коригування рН лугом. Систему витримали за температури 36 °C на магнітній мішалці протягом 1 год 30 хв до зміни кольору з подальшим відстоюванням протягом доби за кімнатної температури і освітлення. Формування наночастинок було підтверджено фіксацією смуги ППР з максимумом поглинання за 450 нм. Розроблено інноваційну рецептуру крем-гелю після гоління, що містив 1 % та 2% наносистеми, а також інші активні компоненти: бетаїн, пантенол, екстракт ромашки, олії гранату та виноградних кісточок. Описано по стадіям технологічний процес одержання крем-гелю та виготовлені зразки-прототипи. Косметичний гель був протестований протягом 20 днів на жінках-добровольцях, аналіз шкіри проводили за допомогою спеціалізованого дерматологічного приладу CF-685, оснащеного камерою та програмним забезпеченням *Easy in Smile*, що оцінював показники жирності, зволоженості, пігментації та еластичності шкіри. Результати клінічних досліджень показали зростання зволоженості та еластичності шкіри ніг на 20 % при використанні крем-гелю, при чому кращі результати продемонстрував зразок, що містив 1 % AgNP -CP. Розроблена наносистема є ефективним консервантом та антибактеріальним агентом, безпечна та перспективна для широкого застосування в косметології та дерматології.

Ключові слова: наночастинок срібла; слиз равлика; крем-гель; антибактеріальні властивості; спектрометричний аналіз; клінічні випробування.

Л. А. ХРОКЛО, А. Д. КУЛЫК, В. И. ВОРОБЬОВА, В. М. АНДРИШИН

SYNTHESIS OF A NANOSYSTEM BASED ON SILVER NITRATE AND *CORNU ASPERSUM* SNAIL MUCUS AND ITS INCORPORATION INTO A SHAVING CREAM GEL FORMULATION

Current research focuses on the green synthesis of nanomaterials for the creation of effective and safe skin care products. The mucus of the garden snail *Cornu aspersum* contains glycoproteins, allantoin, glycolic acid and other bioactive components that provide skin moisturizing and regeneration, while silver in nanoform exhibits high antibacterial activity. A stable nanosystem was obtained by mixing a 0.1 % freshly prepared aqueous solution of lyophilized mucus (unfiltered mucus with the addition of Sharomix 300 preservative) and a 10 mM/L AgNO_3 solution in a 1:1 ratio without adjusting the pH with potassium hydroxide. The system was incubated at 36 °C on a magnetic stirrer for 1 h 30 min until the color changed, followed by incubation for 24 hours at room condition of temperature and light. The formation of nanoparticles was confirmed by the fixation of the SPR band with an maximum of absorption at 450 nm. An innovative formulation of an aftershave cream gel containing 1% and 2% nanosystems, as well as other active ingredients, such as betaine, panthenol, chamomile extract, pomegranate and grape seed oils was elaborated. The technological process of cream-gel production is described by stages and samples of prototypes have been made. The cosmetic gel was tested for 20 days by female volunteers, and the skin was analyzed using a specialized dermatological device SF-685 equipped with a camera and *Easy in Smile* software, which assessed the indicators of fat content, moisture, pigmentation and elasticity of the skin. The results of clinical trials showed a 20% increase in leg skin moisture and elasticity via using the cream-gel, with the best results demonstrated by the sample containing 1% AgNP -SM. The engineered nanosystem serves as a highly effective preservative and antibacterial agent, offering a safe and promising solution for widespread application in cosmetology and dermatology.

Keywords: silver nanoparticles; snail mucus; cream-gel; antibacterial properties; spectrometric analysis; clinical trials.

Вступ. Інноваційні підходи в косметології та фармації зосереджені на поєднанні природних біоактивних речовин із нанотехнологіями для створення продуктів із високою ефективністю та безпечністю. Особливу увагу привертають біополімери природного походження, які здатні забезпечувати комплексний догляд за шкірою. Слиз садового равлика *Cornu aspersum*, який містить глікопротеїни, алантоїн, гліколевую кислоту та інші біологічно активні сполуки, відомий своїми регенеруючими і зволожувальними властивостями, та виступає популярним інгредієнтом косметичних продуктів [1-3]. У складі косметичних засобів усе частіше використовують наноматеріали, причому найбільш популярними є наночастинок (НЧ) срібла, які демонструють антисептичні властивості, виступаючи одночасно як консервантами, так і антибактеріальними агентами, запобігаючи розвитку патогенної мікрофлори на поверхні шкіри [4-10]. Зелений синтез металевих наночастинок відкрив природний потенціал рослин, тварин і мікроорганізмів для відновлення іонів металів без

використання токсичних реагентів. Для синтезу металевих НЧ, зокрема Au, Ag, CuO, ZnO, Fe_2O_3 , Pd, Pt, NiO, MgO тощо успішно використовують рослинні екстракти, а також біоматеріали тваринного походження, такі як хітин, фіброїн і павутинний шовк [11-12]. Слиз равликів є природним секретом залоз моллюсків, він містить глікопротеїди, які виявляють здатність відновлювати метали і формувати нанозолі. Так, були одержані наночастинок срібла на основі слизу *Achatina fulica* та показані їх антимікробні та онкопротекторні властивості [13]. Наносистеми золота, синтезовані на основі слизу равлика *C. aspersum*, продемонстрували ранозагоювальні властивості на культурі клітин кератоцитів людини та протизапальні на культурі клітин макрофагів мишей [14]. Таким чином, комбінація слизу равлика та наночастинок срібла відкриває можливості для створення косметичних засобів із посиленою дією [15]. Такий підхід особливо актуальний для розробки засобів по догляду за шкірою після гоління, які повинні не лише заспокоювати шкіру, а й захищати її від подразнень і запальних процесів.

Метою даного дослідження були синтез і аналіз наносистеми на основі слизу равлика *C. aspersum* і нітрату срібла, введення її до складу косметичного засобу з оригінальною рецептурою та клінічні випробовування одержаного продукту.

Матеріали та методи. Для виготовлення наносистеми срібла на основі слизу равлика (далі AgHЧ-CP) були використані свіжоприготовані водні розчини 1% і 0,1% ліофілізованого слизу садового равлика *C. aspersum* і розчин AgNO₃ у концентрації 10 мМ/л. Використання саме свіжоприготованого розчину ліофілізату слизу було принциповим, оскільки в слизі є білки, які швидко розкладаються. Перед роботою зі слизом равлика як із субстанцією, яка містить сполуки, що відновлюють Ag⁺, було проведено гравіметричний аналіз, який підтвердив високий вміст термолабільних білкових компонентів і низький вміст води в ліофілізованому продукті [16]. Для покращення розчинення ліофілізату дистильовану воду було підігріто до 36 °С.

Розчин слизу змішали з розчином AgNO₃ у співвідношенні 1:1, без коригування рН лугом. Суміш витримували на магнітній мішалці близько 1,5 год за температури 37–40 °С до початку зміни кольору. Далі розчини відстоювали протягом доби за кімнатної температури (18–20 °С) та кімнатного освітлення. Були випробовані три зразки ліофілізованого слизу: фільтрований через бактеріальний фільтр 0,5 мкм без консерванту, фільтрований з додаванням консерванту, нефільтрований з додаванням консерванту. Найкращі результати по утворенню наносистеми показав слиз нефільтрований з додаванням консерванту Sharomix 300, тому в косметичний продукт вводили НЧ, одержані на його основі.

Принципово підтвердити утворення НЧ можна візуально, фіксуючи зміну забарвлення реакційної суміші під час синтезу та спектрофотометричним аналізом шляхом реєстрації смуги плазмонного резонансу. Фінальний колір дисперсних систем обумовлений комплексують центральним іоном і дисперсією систем. Зміна кольору є результатом взаємодії між електронами провідності металевих НЧ і падаючими фотонами. Наносистеми срібла приготовані з різними відновниками мають коричневий колір. Розмір частинок і відсутність агрегації та осідання з часом свідчить про стійкість одержаної системи. Спектри поглинання розчинів були записані на спектрофотометрі Specord M40 у діапазоні 300–600 нм. Одним з головних доказів наявності НЧ є фіксація смуги поверхневого плазмонного резонансу (ППР) у спектрах електронного поглинання. ППР виникає як результат колективних коливань металевих частинок розміром менше за довжину хвилі електромагнітного випромінювання. За формою та положенням цієї смуги можна робити висновки щодо характеру дисперсної системи, її однорідності, форми та розподілу розмірів наночастинок.

Однією з найважливіших очікуваних властивостей AgHЧ-CP в складі косметичного засобу є антимікробна дія. Протокол антибактеріального тесту передбачав оцінку антибактеріальної дії

дисково-дифузійним методом. Спочатку виростили на м'ясо-пептонному бульйоні одноденні тест-культури грамнегативної бактерії *Escherichia coli* УКМ В-906 та грампозитивної спороутворюючої *Bacillus subtilis* УКМ В-5006Т. Потім культури бактерій розводили фізіологічним розчином до показника 0,5 за шкалою МакФарланда, що відповідає $1,5 \times 10^8$ клітин/мл. Поверхню чашки Петрі, заповнену стерильним поживним агаром, засіяли штрихами свабами тест-культури. Після цього на поверхню розклали диски фільтрувального паперу діаметром 5 мм, змочені у наносистемі. Візуальний огляд проводили після першої доби культивування за 36 °С і 5 діб культивування (у лабораторії за 15 °С), фіксуючи розмір зон інгібування росту бактерій по периметру дисків. Виявлення прозорої зони навколо дисків свідчило про бактерицидну дію НЧ, виявлення мутної непрозорої, однак відділеної зони навколо диска означало бактеріостатичну дію (ріст бактерій пригнічувався, а потім повільно відновлювався).

Було розроблено оригінальну рецептуру крем-гелю після гоління, склад наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Склад крем-гелю після гоління

Компонент	Функція	%
Вода	Базовий розчинник	75,40/74,40
Prebiulin C90	Натуральний пребіотичний загусник	0,30
Алантаїн	Заспокійливий і регенеруючий активний компонент	0,30
Бетаїн	Зволожуючий та пом'якшуючий активний компонент	1,00
Пропандіол	Зволожувач і розчинник	2,00
Seriplus 400	Емульгатор і загусник	1,50
Cetiol Sensoft	Емомент	3,00
Олія гранату	Антиоксидант і поживний активний компонент	1,00
Олія виноградних кісточок	Антиоксидант і зволожувальний активний компонент	1,50
Sensolene	Емомент	5,00
Ziga® Moist Hydrogel L80	Зволожувальний агент	1,00
Екстракт ромашки	Заспокійливий і протизапальний активний компонент	2,00
Пантенол	Регенеруючий і загоювальний активний компонент	1,00
Aquashuttle	Система доставки для тривалого зволоження	3,00
AgHЧ-CP	Антибактеріальний і регенеруючий активний компонент	1,00/2,00
Запахка Aloe Splash	Ароматизатор	0,20
Sharomix EG 10	Консервант	0,80

Технологія виготовлення крем-гелю передбачає наступні стадії:

1. Створення основи – водної фази продукту. У підготовлену воду поступово додати Prebiulin C90, ретельно перемішуючи до повного розчинення. Додати алантоїн і продовжити перемішування до утворення однорідного розчину, ввести бетаїн і перемішувати до уникнення грудок. Додати пропандіол і Seriplus 400, перемішуючи до утворення гомогенної гелевої основи. Нагріти отриману суміш до 40–50 °C для оптимального розчинення всіх компонентів і досягнення стабільності.

2. Приготування олійної фази та її змішування з водною. Поєднати компоненти: Cetiol Sensoft, олія гранату, олія виноградних кісточок, Sensolene. Ввести підготовлену олійну фазу у водну основу за температури 40–50 °C, інтенсивно перемішуючи до утворення стабільної емульсії.

3. Охолодження та додавання активних компонентів. Охолодити емульсію до температури 35 °C та додати термолабільні інгредієнти: Ziga® Moist Hydrogel L80, екстракт ромашки, пантенол, Aquashuttle, наносистема срібла, запашку Aloe Splash, Sharomix EG 10. Перемішати до отримання однорідної текстури.

4. Вихідний контроль якості та фасування. Виміряти pH продукту (оптимально 5,5–6,5) і за необхідності провести коригування, використовуючи лимонну кислоту. Перевірити готовий продукт на відповідність вимогам якості, розфасувати у підготовлені флакони, нанести маркування із зазначенням складу, дати виготовлення, терміну придатності та умов зберігання.

Було виготовлено прототипи зразків крем-гелю з вмістом синтезованих AgНЧ-СР 1% та 2%. Зразки були протестовані на добровольцях, критеріями слугували параметри шкіри (жирність, зволоженість, еластичність, пігментація), оцінені за допомогою портативного аналізатора CF-685, оснащеного камерою та програмним забезпеченням *Easy in Smile*.

Результати та обговорення. Найкращі результати синтезу стабільних яскраво забарвлених дисперсних систем показав слиз равлика нефільтрований з додаванням консерванту Sharomix 300. Результати зміни забарвлення з прозорого на два коричневий різної інтенсивності, що визначалося концентрацією відновника – розчину слизу (0,1% та 1%) показані на рис. 1.

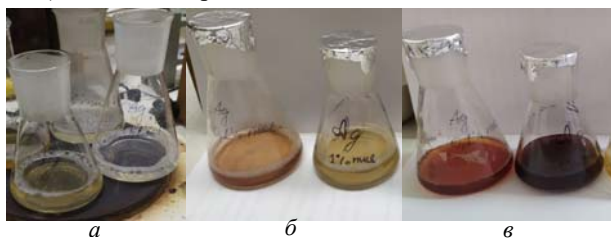


Рис. 1. Зміна кольору дисперсних систем в процесі синтезу: а – початок приготування, б – після витримання 2 години (1,5 год підігрів + 0,5 год відстоювання), в – після відстоювання 30 год

Спектрометричний аналіз AgНЧ-СР перший раз був проведений через годину після синтезу, наступний – через 24 години. Смуги ППР як пік різкого зростання поглинання світла реєстрували за довжини хвилі 450 нм, що характерно для наносистеми срібла (рис. 2).

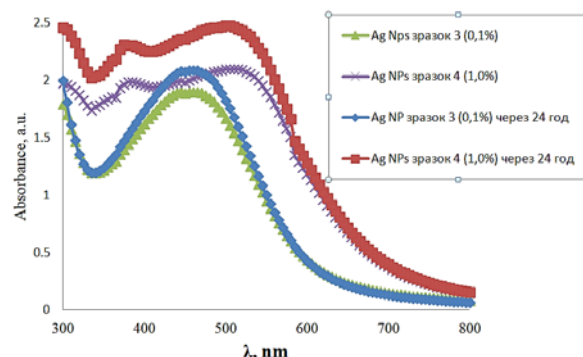


Рис. 2. Реєстрація смуги ППР наносистем після 1 години та 24 годин відстоювання

Наявність смуги ППР за довжини хвилі 450 нм, де спостерігався максимум адсорбції свідчить про утворення наночастинок срібла. Одержані криві та візуальний аналіз свідчать, що найкраще стабілізованою була система із вмістом слизу равлика 0,1%, про що свідчить напівширина і висота піку. Зразок 3 (0,1%) виглядає ближче до монодисперсного, особливо у вихідному стані. Зразок 4 (1%) є полідисперсним, з більшою гетерогенністю в розподілі частинок за розміром. Зі збільшенням концентрації слизу спостерігається зростання інтенсивності поглинання, що може свідчити про більшу кількість наночастинок у системі. Зміщення та розширення смуги після 24 годин свідчить про динамічні зміни в системі, такі як агрегація, стабілізація або взаємодія наночастинок із компонентами слизу равлика.

На антибактеріальні властивості з використанням двох лабораторних тест-культур була випробувана більш стабільна наносистема AgНЧ-СР, виготовлена на основі 0,1% розчину слизу. Були зареєстровані повністю прозорі концентричні зони інгібування розміром 3-5 мм навколо дисків на обох культурах бактерій: грамнегативній *E. coli* та грампозитивній *B. subtilis*, що добре видно на рис. 3.



Рис. 3. Зони інгібування наносистемою срібла росту бактеріальних культур після 24 годин культивування в термостаті на поживному агарі: а – *E. coli*, б – *B. subtilis*

Було проведено клінічні випробування прототипу зразків гелю на 10 жінках-добровольцях, які використовували засіб по догляду за шкірою ніг після гоління. Було оцінено стан шкіри до застосування засобу, а також дві позиції після застосування: без внесення наносистем срібла та після додавання наносистеми срібла в кількості 2 % і 1 %. Крем застосовували жінки на шкіру ніг після гоління. Відповідно до рекомендацій сертифікованого програмного забезпечення *Easy in Smile* референтні значення показників для нормальної шкіри є наступними: жирність 7–15 %, зволоженість 10–15 %, пігментація 20–30 %, еластичність 50–70 %.

Результати випробувань на волонтерах-учасниках у вигляді фото з камери-аналізатора шкіри CF-685 з фіксацією параметрів шкіри (жирність, зволоженість, пігментація, еластичність) наведено на рис. 4 і 5.

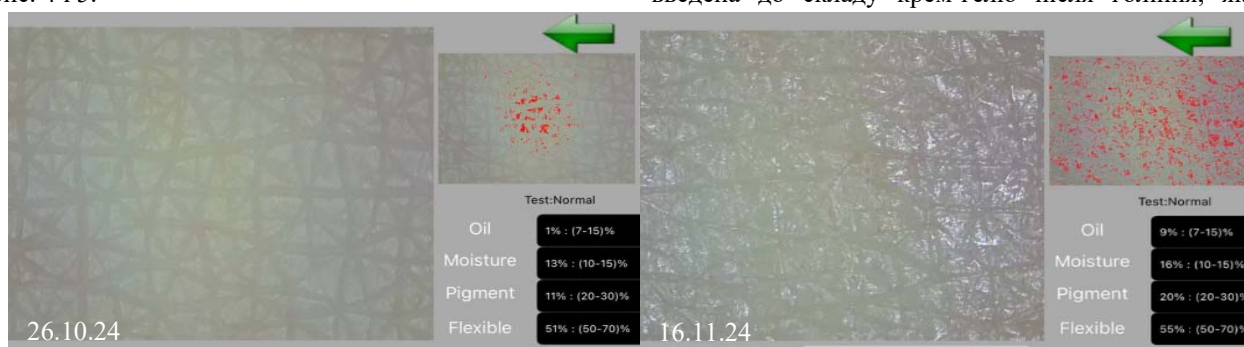


Рис. 4. Результати випробувань до та після використання крему після гоління з наносріблом 2 %

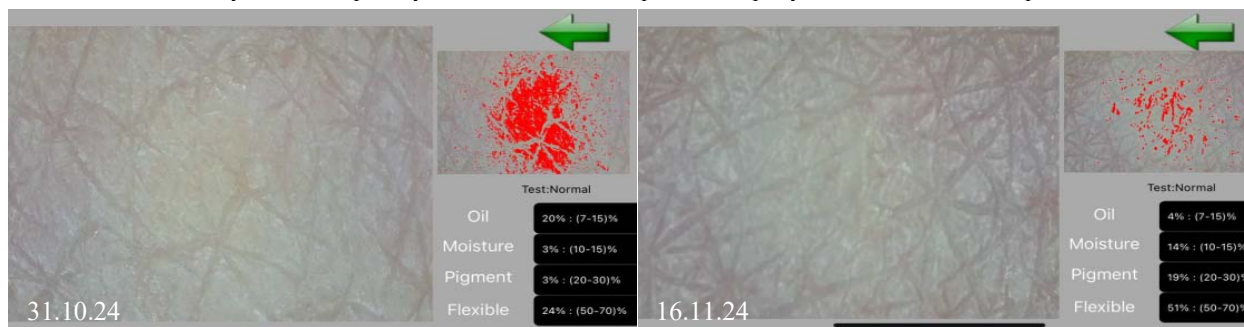


Рис. 5. Результати випробувань до та після використання крему після гоління з наносріблом 1 %

Узагальнена картина параметрів, які змінювались у часі до застосування крему (перший вимір), потім близько тижня користування кремом без додавання наносистеми срібла і ще десять днів користування кремом з додаванням наносистеми в кількості 2 % (та 1 %) представлена на рис. 6.

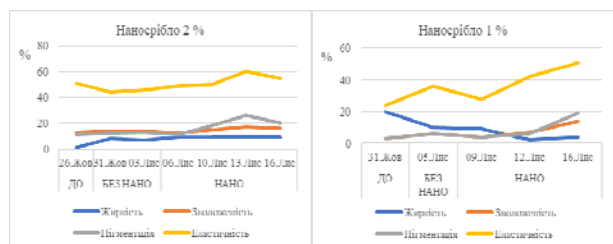


Рис. 6. Динаміка змін показників стану шкіри до та під час користування кремом після гоління

Проведені клінічні випробування свідчать про безпеку застосованого косметичного продукту, зокрема відсутність побічних реакцій і висока толерантність до продукту. Використання крему після гоління сприяло зростанню еластичності і зволоженості шкіри приблизно на 20 %. Кращі результати показало застосування наносистеми в кількості 1 %.

Висновки. Оптимальними параметрами для отримання стабільної $\text{AgNH}_4\text{-CP}$ є використання водного розчину 0,1 % нефільтрованого ліофілізату слизу равлика *C. aspersum* та його змішування у співвідношенні 1:1 з 10 мМ розчином AgNO_3 при температурі 37–40 °C та подальшим відстоювання за денного освітлення. Антибактеріальні тести показали бактерицидну дію одержаної наносистеми проти *E. coli* і *B. subtilis*. Розроблена наносистема була введена до складу крем-гелю після гоління, який

містить активні компоненти алантоїн, бетаїн, олію граната та виноградних кісточок та екстракт ромашки та комбінацію сучасних гелеутворювачів та емоментів. Результати клінічних досліджень показали зростання зволоженості та еластичності шкіри ніг при використанні крем-гелю, при чому кращі результати показав зразок, що містив 1 % $\text{AgNH}_4\text{-CP}$. Розроблена наносистема є ефективним консервантом та антибактеріальним агентом, безпечна та перспективна для застосування в косметології та дерматології.

References (transliterated)

1. Wargala E., Zalewska A., Slawska M., Kot I. Snail mucus as an innovative ingredient used in the cosmetology and medical industry. *Aesthetic Cosmetology and Medicine*. 2023. Vol. 12, no. 2. pp. 45–49. doi: <https://doi.org/10.52336/acm.2023.001>
2. Gentili V., Bortolotti D., Benedusi M., Alogna A., Fantinati A., Guiotto A., & Valacchi G. Helix Complex snail mucus as a potential technology against O3 induced skin damage. *PLoS One*. 2020. Vol. 15, no. 2. e0229613. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229613>
3. Zhu, K., Zhang, Z., Li, G., Sun, J., Gu, T., Ain, N. U., Zhang, X., & Li, D. (2023c). Research progress on the extraction, structure, pharmacological activities and applications of polysaccharides and proteins isolated from snail mucus. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128878. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128878>
4. Shahverdi A. R., Fakhimi A., Shahverdi H. R., & Minaian S. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Nanotechnology: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2007. issue 3, no 2, pp. 168–171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2007.02.001>
5. Hazra Chowdhury A., Debnath R., Manirul Islam S. K., & Saha T. Impact of nanoparticle shape, size, and properties of silver nanocomposites and their applications. Chapter in *Sustainable Polymer Composites and Nanocomposites*. 2019. pp. 1067–1091. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-05399-4_37
6. Ahmad T., Wani I. A., Manzoor N., Ahmed J., & Asiri A. M. Biosynthesis, structural characterization and antimicrobial activity of gold and silver nanoparticles. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2013. Vol. 107. pp. 227–234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.02.004>
7. Zhang, M., Zhang, K., De Gussemme, B., Verstraete, W., & Field, R. The antibacterial and anti-biofouling performance of biogenic silver nanoparticles by *Lactobacillus fermentum*. *Biofouling*, 2014. Vol. 30, no. 3. pp. 347–357. doi: <https://doi.org/10.1080/08927014.2013.873419>
8. Zielińska A., Skwarek E., Zaleska A., Gazda M., & Hupka J. Preparation of silver nanoparticles with controlled particle size. *Procedia Chemistry*. 2009. Vol. 1, no. 2. pp. 1560–1566. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proche.2009.11.004>
9. Pietrobon B., Kitaev V. Photochemical Synthesis of Monodisperse Size-Controlled Silver Decahedral Nanoparticles and Their Remarkable Optical Properties. *Chemistry of Materials*. 2008. Vol. 20, no. 16. pp. 5186–5190. doi: <https://doi.org/10.1021/cm800926u>
10. Mascarenhas-Melo, F., Mathur, A., Murugappan, S., Sharma, A., Tanwar, K., Dua, K., Kumar Singh, S., Gava Mazzola, P., Nagalaxmi Yadav, D., Kumar Rengan, A., Veiga, F., & Cláudia Paiva-Santos, A. Inorganic nanoparticles in dermopharmaceutical and cosmetic products: properties, formulation development, toxicity, and regulatory issues. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2023. Vol. 192. pp. 25–40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2023.09.011>
11. Das R. K., Pachapur V. L., Lonappan L., Naghdi M., Pulicharla R., Maiti S., ... & Brar S. K. Biological synthesis of metallic nanoparticles: plants, animals and microbial aspects. *Nanotechnology for Environmental Engineering*. 2017. issue. 2, pp. 1–21. doi: <https://doi.org/10.1007/s41204-017-0029-4>
12. Gurunathan S., Kalishwaralal K., Vaidyanathan R., Venkataraman D., Pandian S. R. K., Muniyandi J., ... & Eom S. H. Biosynthesis, purification and characterization of silver nanoparticles using *Escherichia coli*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2009. Vol. 74, no. 1. pp. 328–335. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2009.07.048>
13. Mane P. C., Sayyed S. A., Kadam D. D., D. Shinde M., Fatehmulla A., Aldhafiri A. M. & Chaudhari R. D. Terrestrial snail-mucus mediated green synthesis of silver nanoparticles and *in vitro* investigations on their antimicrobial and anticancer activities. *Scientific reports*. 2021 issue 11, 13068. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92478-4>
14. Gubitosa J., Rizzi V., Fini P., Laurenzana A., Fibbi G., Veiga-Villauriz C. & Cosma P. Biomolecules from snail mucus (*Helix aspersa*) conjugated gold nanoparticles, exhibiting potential wound healing and anti-inflammatory activity. *Soft Matter*. 2020. Vol. 16, no. 48. pp. 10876–10888. doi: <https://doi.org/10.1039/D0SM01638A>
15. Valeria, C., Salvatore, P., Luca, V., Maria, G., Ludovica, M., Cristina, S., Lucia, M., Angela, C., & Valeria, S. (2024). Innovative snail-mucus-extract (SME)-coated nanoparticles exhibit anti-inflammatory and anti-proliferative effects for potential skin cancer prevention and treatment. *RSC Advances*, 14(11), pp. 7655–7663. doi: <https://doi.org/10.1039/D4RA00291A>
16. Khrokalo L., Andriishyn V., Anholenko Ye. Thermogravimetric analysis of *Cornu aspersum* mucus: evaluating physicochemical properties for future therapeutic and cosmetic applications. *Biogeosphere and Socium. International Scientific Conference: the program, Abstracts* (September 25–27, 2024; Slupsk, Poland). Chernihiv: Publishing House “Desna Polygraph”. 2024. pp. 63.

Відомості про авторів / About the Authors

Хрокало Людмила Анатоліївна (Khrokalo Liudmyla) – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» м. Київ, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4334-6629>, e-mail: lkhrokalo@gmail.com

Кулик Анна Денисівна (Kulyk Anna) – студентка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8129-6937>, e-mail: anna2901kulyk@gmail.com

Воробйова Вікторія Іванівна (Vorobyova Viktoria) – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної хімії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» м. Київ, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7479-9140>, e-mail: vorobyovavika1988@gmail.com

Андриїшин Вадим Максимович (Andriishyn Vadym) – керівник виробництва ТОВ «Нютритів косметікс» ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8313-8449>; e-mail: vadik200006@gmail.com