

Кричковська Л.В., д.б.н., проф., Лисак П.Ю., аспірант,
Дубоносів В.Л., старший викладач, Грицаєнко Ю.А., аспірант

ЗАСТОСУВАННЯ НАНО І БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИРОВИНИ ПРИ СТВОРЕННІ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків

Ключові слова: фулерени, шунгіт, гідратовані фулерени, рістстимулюючі препарати, відходи дріжджового виробництва, бродильна рідина, гумінові речовини.

Питання утилізації відходів виробництва і споживання в останні роки набувають вирішального значення для зниження антропогенного впливу на середовище проживання людини. Тому сьогодні у світі глобальним напрямком у галузі використання відходів є перехід до промислової переробки для подальшого використання. На етапі вирощування чистої культури дріжджів знаходяться в ферментерах – 20–22 г., вихід дріжджів на цій стадії становить 70–75 %. Це обумовлює вміст органічних речовин в мелясі, а від кількості дріжджів в середовищі і від тривалості їх перебування в ній залежить кількість органічних речовин, що надходять з клітини в середу. Під час ферментації задають такі поживні речовини: бурякову мелясу, аміачну воду, ортофосфорну кислоту. В якості мікро і макроелементів вводять солі цинку, міді і магнію, а також вітаміни В1, В5, В6 і Н, які є стимуляторами росту [1, 312 с.]. У бродильній рідині після сепарації залишається багато поживних компонентів, що перевищують БПК і ГПК загальних стоків, вміст органічних і 129 мінеральних речовин до 20 г/л, які знаходяться в колоїдальному і розчиненому стані, і не осідають в звичайних умовах. Кількість колоїдів становить приблизно 10 % від загальної кількості розчинених речовин [2, 168 с.]. Стоки після сепарації чистої культури мають коричнево-чорний колір; запах хлібного квасу; низьку прозорість – 0,6–1,9 см по Снелену; кислу реакцію середовища рН-5,0; сухого залишку – 1200–2800 мг/л. В середньому міститься: калію – 480, азоту – 254 і фосфатів – 100 мг/л. відокремлену від дріжджів бродильну рідину з великою кількістю поживних компонентів і продуктів життєдіяльності дріжджів, а також висушений субстрат можна використовувати в якості компонента для виробництва рістстимулюючих препаратів.

Біологічна активність структурованої фулереноподібної води не викликає сумніву [3, 28с.; 4, 55с.]. У той же час практично відсутні дані щодо впливу структурованої води на рослинні організми.

З метою профілактики та оздоровлення шунгіти використовуються при водочищенні і водопідготовці. Шунгіти здійснюють сорбцію, переводять токсичні речовини в осад, мають бактерицидні властивості, забезпечують очищення води від нафтопродуктів і фенолів, діоксинів, продуктів гідролізу деревини [5, 128с.; 6, 91с.]. Їх питома поверхня – до 30м/г. сумарний обсяг пор – 0,05–0,15 см³/см³, ефективний радіус – 30–100А. Є вказівки на бактерицидні властивості шунгіта, що сприяють знищенню бактеріальних клітин (кишкової палички, холерного вібріона), низькомолекулярних домішок, органіки, сполук фосфору, отрутохімікатів, патогенних сапрофітів, яєць глистів, найпростіших. У літературі є відомості і про бактерицидну дію фулеренів [7, 152с.]. Ці дані дозволяють припустити бактерицидну дію вищеназваних вуглецевмісних-шунгітів і гідратованих фулеренів щодо патогенної мікрофлори сільськогосподарських рослин.

Мета роботи – дослідження біологічної активності препаратів на основі гуматів з використанням фулереновмісної води і відходів дріжджового виробництва на ріст озимої пшениці.

Як відомо, розробка препаратів регуляції росту рослин набуває широкого поширення як за кордоном, так і в Україні. Але багато з цих препаратів розроблені на основі синтетичних похідних, що викликає певний сумнів у правильності їх широкого застосування. В даний час увагу вчених все більше привертає природна сировина, яка поряд з біологічною активністю, не шкідливо по відношенню до рослини або його насіння. [8, 191с.; 9,372 с.; 10, 521с.]. На основі концентрованої шунгітової води (настояної 3-5 днів на шунгіті) готували зразки препарату, активність яких відчували при вирощуванні зерен пшениці. Зразки на основі гумінового препарату (типу MAPC), що володіє стимулюючими властивостями, ми готували з використанням структурованої води, отриманої за допомогою шунгітового порошку і гідратованих фулеренів. Крім того, ми вводили до складу препарату концентровану відсепаровану бродильну рідину після вирощування чистої культури штаму *Saccharomyces cerevisiae*. Дріжджова клітина містить 27–35 % сухої речовини, яка складається на 85–90 % з органічних і на 10–15 % з неорганічних речовин. Вміст білка і азотовмісних речовин досягає 65 %, з них 88 % – високомолекулярні білки і 12 % складають амінокислоти. Азотовмісні речовини являють собою 70 % альбумінів і 30 % нуклеопротейнів. Нуклеопротейни в свою чергу, розщеплюючись, утворюють піримідини, пурини і амінокислоти. Так само дріжджова клітина містить 10–25 % вуглеводів. Багато біологічно активні речовини залишаються в складі виробничих відходів дріжджів, а можуть бути використані в якості біологічно активних добавок [11, 1862с.; 12, 1362с.].

Методи досліджень: у дослідженнях використовували препарат на основі гумінових речовин, ПЕГ 1500 і 400, бурштинової кислоти і фулереновмісної води, пригатованих в певному співвідношенні в лабораторних умовах. Також був приготований розчин препарату на основі гідратованого фулерену і біологічно активних компонентів, які містяться у відходах дріжджового виробництва. Біологічну активність препарату досліджували методом зважування на 7-денних проростках озимої пшениці, вирощеної в чашках Петрі на однаковій суміші для вирощування. Контрольний зразок суміші для вирощування готували на водопровідній кип'яченій воді.

Результати та обговорення: отримані дані достовірно підтверджують певний рістстимулюючий вплив досліджених зразків препаратів. Обидва сорти пшениці проявили практично однакову силу схожості, яка на 23 % перевищувала цей показник у контролі. Більш ефективним виявилось не просто вирощування, а замочування насіння пшениці. Отримані проростки були висіяні в ґрунт. Аналіз результатів отриманого врожаю показав деяке збільшення маси колоса частіше за рахунок збільшення кількості повноцінних зерен в ньому. При будь-яких варіантах розведення структурованої води результати збільшення врожайності були практично однакові. Цей феномен може бути пояснений тим, що при розведенні присутні в структурованій воді фулерени продовжують нарощувати свою активність за типом ланцюгової реакції.

При дослідженні продуктивності зерен пшениці різних сортів, оброблених зразками препарату, було відзначено збільшення врожайності обох сортів порівняно з контрольним як мінімум на 10 % (табл. 1) гумінові препарати, пригатовані на основі структурованої фулереновмісної води (ФВВ) і БАВ випробовували при розведенні води в 2,3,4 і 5 разів. Враховуючи незначні відмінності в показниках, отриманих на обох сортах, дані наводимо тільки по одному сорту пшениці.

Таблиця 1 – Вплив препарату з фулеренами і БАВ на врожайність пшениці

Умови	Кількість зерен в колосі	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, ц/га
Контроль	32 ± 0,5	36,4 ± 3,1	47,9 ± 3
ФВВ+БАВ – 2 рази	36±1,4	37,0 ± 2,5	58,7 ± 3
ФВВ+БАВ – в 3 рази	35 ± 1,5	36,7 ± 2,3	57,3 ± 3
ФВВ+БАВ – в 4 рази	36 ± 1,6	36,5 ± 1,7	56,9 ± 3
ФВВ+БАВ – в 5 раз	35 ± 1,8	36,2 ± 1,9	55,8 ± 3

Отримані в експерименті дані підтверджують не тільки високу біологічну ефективність гуміновмісного препарату, але і регулюючу дію фулереновмісної води, яка стала основою при приготуванні рістстимулюючого препарату.

Збільшення врожайності можна пояснити і присутністю в розчинах продуктів відходів виробництва дріжджів, так як вони містять значну кількість мікроелементів. Дріжджі містять в собі багато вітамінів і мінералів, в тому числі цинк, хром, залізо, магній, фолієву кислоту, біотин і В-вітаміни, так необхідних для росту будь-якого рослинної сировини. (табл. 2)

Таблиця 2 – Вміст у сухій речовині дріжджових відходів мінеральних речовин, мг/кг

Хімічні елементи	Номер зразку			M±m
	1	2	3	
Fe	651,7	668,3	653,1	657,7±6,06
Cu	18,6	18,3	18,5	18,5±0,12
Co	0,05	0,05	0,05	0,05±0,005
Mn	13,2	13,3	13,1	13,2±0,11
Zn	143,0	143,1	142,2	143,0±1,20
K	3067	3080,2	3074,5	3073,9±6,23
Ca	3,78	3,56	3,83	3,72,3±0,12
Mg	1,16	1,17	1,16	1,16±0,007
P	0,21	0,23	0,22	0,22±0,01

З даних таблиці випливає, що продукт, отриманий з відходів хлібних дріжджів на основі штаму *Saccharomyces cerevisiae*, являє собою субстрат, багатий макро- і мікроелементами і в поєднанні з іншими компонентами, введеними до складу препарату, роблять істотне рістстимулюючу дію на прикладі накопичення білка (табл. 3).

У складі «Гумір-1» тільки фулерени, в складі «Гумір» і БАВ у вигляді відходів дріжджового виробництва. З даних таблиці можна зробити висновок про більш активне зростання насіння при обробці їх препаратом, до складу якого вводили і відходи дріжджового виробництва, отриманого з штаму *Saccharomyces cerevisiae*. Проведені експерименти дають підставу припустити про можливість створення цілого ряду рістстимулюючих препаратів при використанні як відомих стимуляторів, так і нових, в тому числі відходів харчових виробництв.

Таблиця 3 – Вміст білка в зразках ярової пшениці при обробці насіння різними методами

Варіант	Вміст білку в зразку яр. пшениці, %
Гумір	14,00
Гумір-1	13,07
Фул. вода	13,05
Мокрий контроль с відходами дріжджів	13,26
Повтор	
Сухий контроль	12,70
Мокрий контроль с відходами дріжджів	12,68
Фул. вода	12,49
Вимпін	12,61
Гумір	12,96
Гумір-1	12,71

Висновки. Застосування гуміновмісних препаратів, приготованих на основі фулереновмісної води і відходів дріжджового виробництва на основі штаму *Saccharomyces cerevisiae*, призводило до збільшення врожайності пшениці в середньому на 10 %. Вирощування насіння ярової пшениці із застосуванням розроблених препаратів на основі фулеренів і відходів дріжджового виробництва (штам *Saccharomyces cerevisiae*) призводило також до збільшення накопичення білка в зрілому насінні.

Література

1. Луговая Н.П. Исследование качественного состава культуральной жидкости, образующейся при производстве дрожжей [Текст] / Н.П. Луговая, И.В. Требухин //Иновационные технологии в пищевой промышленности / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. – Минск, 2015.– С. 310–313.
2. Nout, M. J. R. Encyclopedia of Food Safety 3, 168 (2014).
3. Калинин Ю.К. Углеродсодержащие шунгитовые породы и их практическое использование: Дис..док. тех. наук.– М. – 2002. – 154 с.
4. Рысьев О.А. Шунгит – камень здоровья.– СПб:ТЕССА – 2001.– 128 с.
5. Далматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение – СПб.:СПбГПУ. – 2003 – 344 с.
6. Андриевский Г.В., Ключков В.К. Гидратированные фуллерены как универсальные биоантиоксиданты и роль в этом особых упорядоченных структур воды. //Сб. Тезисов УП Междун. Симп. «Биологические механизмы старения». Харьков. – 2006. – С. 91–92.
7. Пиотровский Л.Б., Киселев О.И. Фуллерены в биологии. Санкт-Петербург. 2005. – 256 с.
8. Salam, A.M.; Quave, C.L. Opportunities for plant natural products in infection control. *Curr. Opin. Microbiol.* 2018, 45, 189–194.
9. Моргун В.В., Яворська В.К., Драговоз І.В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні //Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2002.– 34, №5. – С. 371–376.
10. Нечаев, А. . Пищевая химия / А.П. Нечаев [и др.]. – 6-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Гиорд, 2015. – 672 с.

11. Physiological Response of Wheat to Foliar Application of Zinc and Inoculation with some Bacterial Fertilizers. Ebrahim, Mohsen K. H.; Aly, Magda M. Botany Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta, Egypt. Journal of Plant Nutrition (2004), 27(10), 1859–1874.

12. Trie K., Nakamura Y., Ohigashi H., Tokuyama H., Yamago S., Nakamura E. // Biosci. Biotechnol. Biochem. 1996. – 60. – P. 1359–1365.

Bibliography (transliterated)

1. Lugovaja N.P. Issledovanie kachestvennogo sostava kul'tural'noj zhidkosti, obrazujushhejsja pri proizvodstve drozhzhej [Tekst] / N.P. Lugovaja, I.V. Trebuhin //Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlennosti / Nauch.-prakt. centr Nac. akad. nauk Belarusi po prodovol'stviju. – Minsk, 2015.– P. 310–313.

2. Nout, M. J. R. Encyclopedia of Food Safety 3, 168 (2014).

3. Kalinin Ju.K. Uglerodsoderzhashhie shungitovyje porody i ih prakticheskoe ispol'zovanie: Dis..dok. teh. nauk.– M. – 2002. – 154 p.

4. Rys'ev O.A. Shungit – kamen' zdorov'ja.– SPb:TESSA – 2001. – 128 p.

5. Dalmatov V.Ju. Ul'tradispersnye almazy detonacionnogo sinteza. Poluchenie, svojstva, primenenie – SPb.:SPbGPU. – 2003 – 344 p.

6. Andrievskij G.V., Klochkov V.K. Gidratirovannye fullereny kak universal'nye bioantioksidanty i rol' v jetom osobyh uporjadochennyh struktur vody. //Sb. Tezisev UP Mezhdun. Simp. «Biologicheskie mehanizmy starenija». Har'kov. – 2006. – P. 91–92.

7. Piotroskij L.B., Kiselev O.I. Fullereny v biologii. Sankt-Peterburg. 2005. – 256 p.

8. Salam, A.M.; Quave, C.L. Opportunities for plant natural products in infection control. Curr. Opin. Microbiol. 2018, 45, 189–194.

9. Morgun V.V., Javors'ka V.K., Dragovoz I.V. Problema reguljatoriv rosta u sviti ta i'i' vyrishennja v Ukrai'ni //Fiziologija i biohimija kul'turnyh roslyn. – 2002.– 34, №5. – P. 371–376.

10. Nechaev, a. P. Pyshehvejaja hymija / A. P. Nechaev [y dr.]. — 6-e yzd. pererab. t dop. – SPb.: Gyord, 2015. – 672 p.

11. Physiological Response of Wheat to Foliar Application of Zinc and Inoculation with some Bacterial Fertilizers. Ebrahim, Mohsen K. H.; Aly, Magda M. Botany Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta, Egypt. Journal of Plant Nutrition (2004), 27(10), 1859–1874.

12. Trie K., Nakamura Y., Ohigashi H., Tokuyama H., Yamago S., Nakamura E. // Biosci. Biotechnol. Biochem. 1996. – 60. – P. 1359–1365.

УДК 634.1:634.037.104

Кричковська Л.В., д.б. н., проф., Лисак П.Ю., аспірант,
Дубоносів В.Л., старший викладач, Грицаєнко Ю.А., аспірант

**ЗАСТОСУВАННЯ НАНО І БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИРОВИНИ
ПРИ СТВОРЕННІ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Стаття присвячена розгляду питання про можливість застосування фуллереновмісної води в складі гуміновмісних ростостимулюючих препаратів для сільського господарства з додаванням відходів дріжджового виробництва. Зовсім недавно проблеми економіки та екології сприймали як протилежні. В даний час виникла необхідність взаємообумовленого і взаємовигідного поєднання економічних і екологічних інтересів, що стало основою для проведення даного дослідження. Аналіз стічних вод підприємства,

що виробляє дріжджі показує наявність великої кількості хімічних і органічних речовин, які становлять певну небезпеку для навколишнього середовища, але представляє корисність після переробки відходів для використання в сільському господарстві. Найбільша кількість речовин знаходиться у відходах, після етапу виробництва чистої культури. В експерименті показано, що застосування структурованої води в поєднанні з біологічно активними відходами виробництва хлібних дріжджів, отриманими на основі штаму *Saccharomyces cerevisiae* збільшують врожайність зернових культур. Виходячи зі встановленого факту широкого і універсального спектра біологічної активності водно-вуглецевої структури гідратованих фулеренів, за даними патентної та науково-технічної літератури, вони широко не випробовувалися як регулятори росту рослин. Нами буде досліджено взаємодію речовин зі структурованою фулеренами водою, досліджено вплив поверхнево-активних речовин на утворення та стабільність емульгованих гуматів з плівко утворювачами, адгезивні властивості компонентів, вплив концентрованої бродильної рідини дріжджів відсепарованої після стадії вирощування чистої культури хлібопекарських дріжджів, випробувано вплив як фулереноподібної структури-шунгіту природного походження так і гідратованих фулеренів - високостабільних дрібнодисперсних водних розчинів нативних фулеренів (мають властивості ліофобних молекулярно-колоїдних систем) на врожайність зернових, захист вегетуючих рослин. Результатом роботи буде обґрунтування принципів методології застосування наноструктурних речовин для використання в біотехнологіях багатofункціональних високоефективних препаратів для сільського господарства з біологічно активними добавками.

Ключові слова: фулерени, шунгіт, гідратовані фулерени, ростостимулюючі препарати, відходи дріжджового виробництва, бродильна рідина, гумінові речовини.

Кричковская Л.В., д.б.н., проф., Лысак П.Ю., аспирант,
Дубонос В.Л., старший преподаватель, Грицаенко Ю.А., аспирант

ПРИМЕНЕНИЕ НАНО И BIOTEХНОЛОГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ПРИ СОЗДАНИИ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Статья посвящена рассмотрению вопроса о возможности применения фуллеренсодержащей воды в составе гуминосодержащих ростостимулирующих препаратов для сельского хозяйства с добавлением отходов дрожжевого производства. Совсем недавно проблемы экономики и экологии воспринимали как противоположные. В настоящее время возникла необходимость взаимообусловленного и взаимовыгодного сочетания экономических и экологических интересов, что явилось основой для проведения данного исследования. Анализ сточных вод предприятия, производящего дрожжи показывает наличие большого количества химических и органических веществ, которые представляют определенную опасность для окружающей среды, но представляет полезность после переработки отходов для использования в сельском хозяйстве. Наибольшее количество веществ находится в отходах, после этапа производства чистой культуры. В эксперименте показано, что применение структурированной воды в сочетании с биологически активными отходами производства хлебных дрожжей, полученными на основе штамма *Saccharomyces cerevisiae* увеличивают урожайность зерновых культур. Исходя из установленного факта широкого и универсального спектра биологической активности водно-углеродной структуры гидратированных фуллеренов, по данным патентной и научно-технической литературы, они широко не испытывались как регуляторы роста растений. Нами будет исследовано взаимодействие веществ со структурированной фуллеренами водой, исследовано влияние поверхностно-активных веществ на образование и стабильность емульгированных гуматов с пленкообразователями, адгезивные свойства компонентов, влияние концентрированной бродильной жидкости дрожжей

отсепарированной после стадии выращивания чистой культуры хлебопекарных дрожжей, испытано влияние как фуллереноподобной структуры – шунгита природного происхождения так и гидратированных фуллеренов – высокостабильных мелкодисперсных водных растворов нативных фуллеренов (имеют свойства лиофобных молекулярно-коллоидной систем) на урожайность зерновых, защиту вегетирующих растений. Результатом работы будет обоснование принципов методологии применения наноструктурных веществ для использования в биотехнологиях многофункциональных высокоэффективных препаратов для сельского хозяйства с биологически активными добавками.

Ключевые слова: фуллерены, шунгит, гидратированные фуллерены, ростостимулирующие препараты, отходы дрожжевого производства, бродильная жидкость, гуминовые вещества.

Krichkovskaya L.V., Lysak P.Y., Dubonosov V.L., Gritsayenko Y.A.

THE USE OF NANO AND BIOTECHNOLOGICAL RAW MATERIALS IN THE CREATION OF DRUGS FOR AGRICULTURE

The article is devoted to the consideration of the possibility of using fullerene-containing water as part of humic growth-stimulating preparations for agriculture with the addition of yeast production waste. More recently, the problems of the economy and the environment were perceived as opposite. Currently, there is a need for a mutually dependent and mutually beneficial combination of economic and environmental interests, which was the basis for this study. The analysis of the wastewater of the yeast-producing enterprise shows the presence of a large number of chemical and organic substances that pose a certain danger to the environment, but are useful after processing waste for use in agriculture. The largest number of substances is found in waste, after the stage of production of pure culture. The experiment shows that the use of structured water in combination with biologically active waste from the production of bread yeast obtained on the basis of the *Saccharomyces cerevisiae* strain increases the yield of grain crops. Based on the established fact of a wide and universal spectrum of biological activity of the water-carbon structure of hydrated fullerenes, according to patent and scientific and technical literature, they have not been widely tested as plant growth regulators. We will investigate the interaction of substances with water structured with fullerenes, the effect of surfactants on the formation and stability of emulsified humates with film-forming agents, the adhesive properties of the components, the effect of concentrated yeast fermentation liquid separated after the stage of growing a pure culture of baking yeast, the effect of both a fullerene-like structure – shungite of natural origin and hydrated fullerenes – highly stable finely dispersed aqueous solutions of native fullerenes (have the properties of lyophobic molecular colloidal systems) on grain yield, protection of vegetative plants. The result of the work will be the substantiation of the principles of the methodology for the application of nanostructured substances for use in biotechnologies of multifunctional highly effective drugs for agriculture with biologically active additives.

Keywords: fullerenes, shungite, hydrated fullerenes, growth-stimulating drugs, yeast production waste, fermentation liquid, humic substances.