

А.П. Головань, Т.В. Крупська, В.В. Туров

ПЛІВКОВІ СТИМУЛЮЮЧІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ НАСІННЯ НА ОСНОВІ СУМІШЕЙ КРЕМНЕЗЕМІВ

*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України
вул. Генерала Наумова, 17, Київ, 03164, Україна, E-mail: alyusik2001@ukr.net*

Для підвищення якості урожаїв сільськогосподарських культур, сучасні фермерські господарства багатьох країн широко використовують добрива мінерального та природного походження. Щоб знівелювати негативний вплив на навколишнє середовище, кількість внесених в ґрунт мінеральних добрив намагаються мінімізувати шляхом створення композитних систем. Зокрема, відомі порошкоподібні композитні матеріали на основі високодисперсних кремнеземів та мікрокількостей мінеральних добрив, які наносять на поверхню насіння шляхом опудрювання.

Метою даної роботи було розробити нове покоління плівкових стимулюючих покриттів на основі сумішей гідрофобного АМ-1-300 та гідрофільного А-300 кремнеземів, мінеральних добрив та біоактивних компонентів. Для отримання пастоподібного композиту із заданими стимулюючими властивостями використовували суміші гідрофільного та гідрофобного кремнеземів у співвідношенні 1:1 та 1:2, відповідно; колоїдний розчин крохмалю; середні солі мінеральних кислот, біоактивні компоненти «Гуміфренд» та фунгіцидний препарат «Фітал». Такі композитні системи наносились безпосередньо на поверхню посівного матеріалу, зерен пшениці сорту «Наталка» перед висіванням в пісок та на фільтрувальний папір, згідно ДСТУ 4138-2002. В період проведення досліджень вимірювали наступні параметри: енергію проростання насіння, схожість та морфологічні характеристики паростків пшениці, які полягали у вимірюванні довжини кореня та стебла.

Показано, що при додаванні до складу стимулюючих пастоподібних композитів певних кількостей біоактивних компонентів можна програмувати властивості майбутніх плівок та порошоків: підвищувати морфологічні характеристики, рівномірність сходів та фунгіцидні характеристики композитів.

Встановлено, що присутність мінеральних добрив в пастоподібних композитах сумішей кремнеземів 1:1 та 1:2 позитивно впливає на рівномірне проростання насіння пшениці в піску та на фільтрувальному папері. Натомість, присутність в складі паст активних компонентів «Фітал» та «Гуміфренд», незалежно від середовища, на якому насіння проростало, відбувається значне сповільнення росту паростків пшениці в обох середовищах.

Встановлено, що надлишок гідрофільного кремнезему в пастоподібному композиті призводить до розвитку на поверхні зернівок мікозних уражень, незалежно від середовища проростання. Таким чином, стимулюючі пасту на основі сумішей кремнеземів 1:2 в обов'язковому порядку повинні містити в своєму складі фунгіцидні препарати мінерального чи біологічного походження.

Ключові слова: пастоподібна нанокompозитна система, гідрофільний кремнезем, гідрофобний кремнезем

ВСТУП

Для отримання високих, стабільних урожаїв сільськогосподарських культур сучасні фермерські господарства широко використовують мінеральні добрива. Відомо, що рослини засвоюють близько половини від внесених в ґрунт мінеральних добавок, а інша частина, незасвоєних вчасно рослинами мінеральних речовин, потрапляє в ґрунтові води, чим спричиняє екологічне забруднення навколишнього середовища [1–3]. Саме тому в світі спостерігається тенденція до зниження застосування мінеральних добрив,

синтетичних фунгіцидів, пестицидів та вирощування екологічно чистої продукції, що в свою чергу приводить до широкого використання в сільському господарстві багатьох країн препаратів природного походження.

Відомі порошкоподібні композитні матеріали на основі високодисперсних кремнеземів та мікрокількостей мінеральних добрив [4], які наносять на поверхню насіння шляхом опудрювання. Для підвищення морфологічних показників паростків обробленого насіння, до складу таких сумішей додають компоненти рослинного

походження, які мають ростостимулюючу та фунгіцидну дію, наприклад, таніни, гумінові кислоти та інші [5–7]. З іншого боку, біологічно активні компоненти при їхньому застосуванні в неоптимальних для вибраного типу композиту пропорціях можуть також пригнічувати розвиток рослин.

Роботу спрямовано на розробку нового покоління плівкових стимулюючих покриттів на основі сумішей гідрофобного АМ-1-300 та гідрофільного А-300 кремнеземів, мінеральних добрив та біоактивних компонентів. Початковою стадією досліджень була розробка складу композитних плівкових покриттів, що забезпечували розвиток насіння на етапі вегетації, без їх пригнічення компонентами композитної системи.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для отримання пастоподібного композиту із заданими стимулюючими властивостями використовували суміші гідрофільного та гідрофобного кремнеземів у співвідношенні 1:1 та 1:2 (м. Калуш, Україна); крохмаль (ТМ «Своя Лінія», м. Дніпро, Україна); середні солі мінеральних кислот; біоактивні компоненти «Гуміфренд» (ПП «БТУ-Центр», м. Ладижин, Україна) – органічні добрива з мікроорганізмами, які використовуються для боротьби з мікозними захворюваннями рослин та фунгіцидний препарат «Фітал» (ПП «Кемілайн Агро», м. Житомир, Україна). Комплексне добриво «Гуміфренд» прискорює отримання рослиною поживних речовин, підсилює фунгіцидні та ростостимулюючі властивості мікрофлори ґрунту за рахунок корисних мікроорганізмів. «Фітал» – системний, фунгіцидний препарат неорганічного походження, який використовують для боротьби з мікозними ураженнями сільськогосподарських культур. Для дослідження дії одержаних композитних систем було вибрано посівний матеріал озимої пшениці сорту «Наталка». Пастоподібні композитні системи готувались шляхом перетирання суміші високодисперсних кремнеземів (1:1 та 1:2) з колоїдним розчином крохмалю та додатками активних компонентів. Насіння пшениці перемішували з одержаною пастою, яка покривала їхню поверхню. Оброблене стимулюючими пастами насіння пшениці

сушили в термостаті 24 години при температурі 37 °С.

Отримані пастоподібні композитні системи – зразки:

1. суміш кремнеземів 1:1 + водний розчин крохмалю;
2. суміш кремнеземів 1:2 + водний розчин крохмалю;
3. суміш кремнеземів 1:1 + водний розчин крохмалю + мінеральні добрива;
4. суміш кремнеземів 1:2 + водний розчин крохмалю + мінеральні добрива;
5. суміш кремнеземів 1:1 + водний розчин крохмалю + фітал;
6. суміш кремнеземів 1:2 + водний розчин крохмалю + фітал;
7. суміш кремнеземів 1:1 + водний розчин крохмалю + гуміфренд;
8. суміш кремнеземів 1:2 + водний розчин крохмалю + гуміфренд.

Оброблене насіння, в кількості по 100 зерен, було висіяне в чашки Петрі на фільтрувальний папір та в попередньо прожарений при 300 °С пісок згідно стандарту ДСТУ 4138-2002 та ГОСТ 12038-84. Морфологічні характеристики паростків пшениці були отримані на 7 та 14 день сходів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХНЕ ОБГОВОРЕННЯ

На рис. 1 представлено діаграми схожості насіння пшениці, які оброблені пастами, приготовленими на основі сумішей кремнеземів 1:1 та 1:2, на фільтрувальному папері (рис. 1 а) та піску (рис. 1 б). Як видно з рисунків, значення схожості насіння вище на фільтрувальному папері, ніж на піску. Так, для зерен пшениці, які оброблені сумішами кремнеземів АМ-1 та А-300, у співвідношенні 1:2 схожість дорівнює 100 % (рис. 1 а). На піску (рис. 1 б) найгірший результат показало насіння пшениці, оброблене пастою (зразок 5), де майже 40 % насіння зійшло на 14 день, що в 2 рази нижче, за аналогічне значення в контрольному зразку (80 %).

Отримані морфологічні характеристики досліджуваних паростків дозволяють провести порівняння між їхньою максимальною (рис. 2) та мінімальною довжиною (рис. 3), щоб визначити рівномірність сходів.

Обробка насіння пшениці пастоподібними композитними системами

кремнеземів 1:2 сприяє швидкому росту паростків на фільтрувальному папері (рис. 2 а), в той час як на піску, навпаки, пригнічує. Присутність мінеральних добрив у складі пастоподібного композиту (зразок 4) сприяє отриманню паростків пшениці максимальної довжини. Насіння, оброблене пастами на основі суміші кремнеземів 1:1 (зразок 1), має максимальні довжини паростків на піску, в той час як додавання до складу композитів мінеральних добрив стимулює швидкий ріст паростків на фільтрувальному папері, а в піску процес проростання гальмується. Що стосується

інших насінин пшениці, оброблених пастами на основі суміші кремнеземів 1:1, то з діаграм рис. 2 видно, що присутність мінеральних добрив в пасті позитивно впливає на довжину ростків, пророщених на піску (зразок 4) та на фільтрувальному папері (зразок 3), в той час як присутність в складі паст активних компонентів «Фітал» та «Гуміфренд» призводить до помітного зниження висоти паростків в обох середовищах.

Стабільну максимальну висоту паростків, більше ніж в контролі в обох середовищах, має зерно, оброблене пастоподібним композитом (зразком 4).

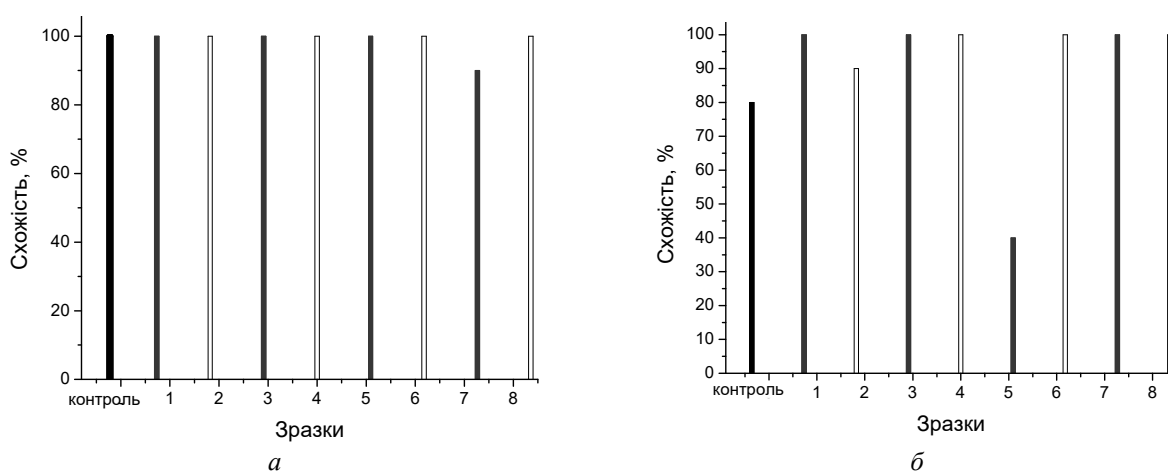


Рис. 1. Схожість насіння пшениці, обробленого композитними системами 1:1 (жирні) та 1:2 (порожнисті), на фільтрувальному папері (а) та на піску (б)

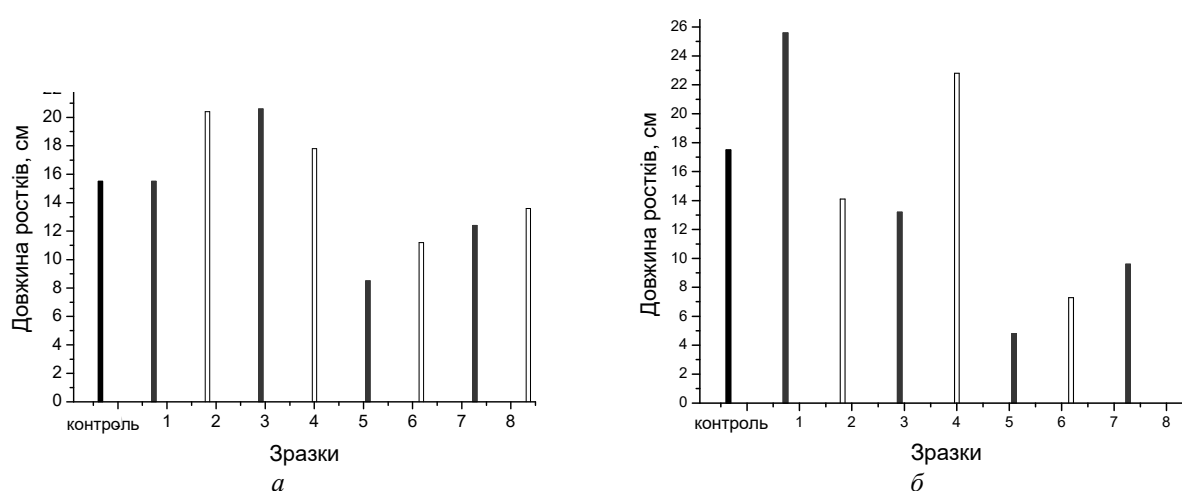


Рис. 2. Максимальна довжина ростків насіння пшениці, обробленого композитними системами на основі сумішей кремнеземів 1:1 (жирні) та 1:2 (порожнисті), на фільтрувальному папері (а) та на піску (б)

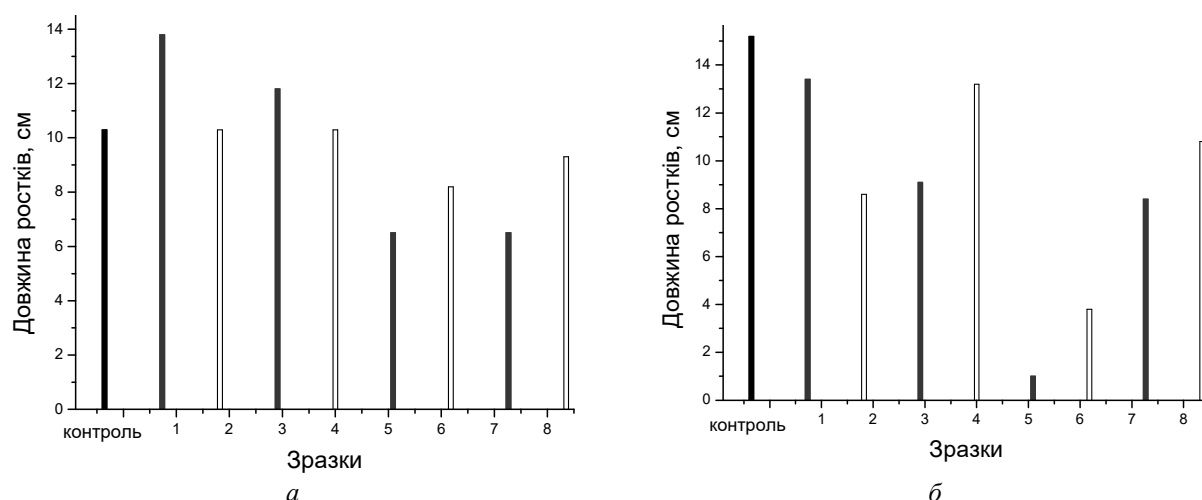


Рис. 3. Мінімальна довжина паростків насіння пшениці, обробленого композитами на основі сумішей кремнеземів 1:1 (жирні) та 1:2 (порожністі), на фільтрувальному папері (а) та на піску (б)

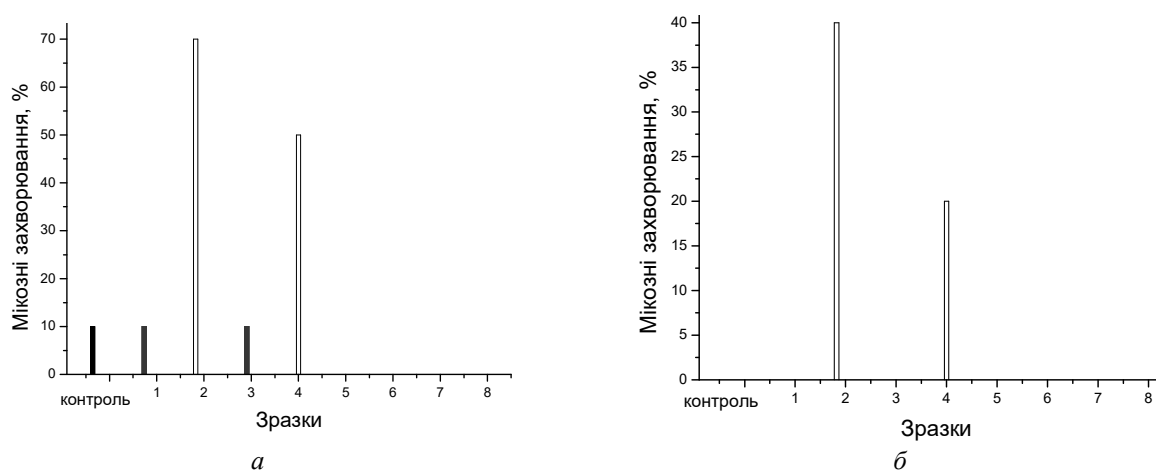


Рис. 4. Дослідження фунгіцидних властивостей пастоподібних композитів на основі сумішей кремнеземів 1:1 (жирні) та 1:2 (порожністі), на фільтрувальному папері (а) та на піску (б)

Як видно з рисунку 3, пастоподібні композити на основі суміші кремнеземів 1:1 без активних добавок проявляють максимальний ефект на фільтрувальному папері (рис. 3 а). Додавання до композиту мінеральних добрив призводить до зниження довжини паростків пшениці як на фільтрувальному папері (рис. 3 а), так і на піску (рис. 3 б). Для насіння, обробленого пастами на основі суміші кремнеземів 1:2, мінімальна довжина паростків пшениці на фільтрувальному папері знаходиться в межах контролю (рис. 3 а) та нижче значень контрольного зразка на піску (рис. 3 б). Додавання мінеральних добрив до паст

(зразок 4) забезпечує більш рівномірне проростання насіння пшениці в піску. Незалежно від середовища, на якому насіння проростало, додавання активних добавок «Гуміфренд» та «Фітал» однозначно сповільнює ріст паростків пшениці.

Встановлено, що наявність в складі пасти надлишку гідрофільного кремнезему сприяє розвитку на поверхні насіння мікозних уражень. Це характерно для насіння, які проросли як на піску, так і на фільтрувальному папері (рис. 4 а, б). Таким чином композитні системи на основі сумішей кремнеземів 1:2 обов'язково повинні містити в своєму складі фунгіцидні препарати.

ВИСНОВКИ

Показано, що при додаванні до складу стимулюючих пастоподібних композитів певних кількостей біоактивних компонентів можна програмувати властивості майбутніх плівок та порошоків: підвищувати морфологічні характеристики, рівномірність сходів та фунгіцидні характеристики композитів.

Встановлено, що присутність мінеральних добрив в пастоподібних композитах сумішей кремнеземів 1:1 та 1:2 позитивно впливає на рівномірне проростання насіння пшениці в піску (зразок 4) та на фільтрувальному папері

(зразок 3). Натомість, присутність в складі паст активних компонентів «Фітал» та «Гуміфренд», незалежно від середовища, на якому насіння проростало, спричиняє значне сповільнення росту паростків пшениці в обох середовищах.

Встановлено, що надлишок гідрофільного кремнезему в пастоподібному композиті призводить до розвитку на поверхні зернівок мікозних уражень, незалежно від середовища проростання. Таким чином, стимулюючі пасти на основі сумішей кремнеземів 1:2 в обов'язковому порядку повинні містити в своєму складі фунгіцидні препарати мінерального чи біологічного походження.

Film stimulating coatings for seeds based on silica mixtures

A.P. Holovan, T.V. Krupskaya, V.V. Turov

Chuiko Institute of Surface Chemistry of National Academy of Sciences of Ukraine
17 General Naumov Str., Kyiv, 03164, Ukraine, alyusik2001@ukr.net

For improve the quality of harvests, modern farms in many countries widely use fertilizers of mineral and natural origin. To mitigate the negative impact on the environment, they try to minimize the amount of mineral fertilizers applied to the soil by creating composite systems. In particular, powdered composite materials are known based on highly dispersed silica and microquantities of mineral fertilizers, which are applied to the surface of the seeds by dusting.

The aim of this work was to develop a new generation of film stimulating coatings based on mixtures of hydrophobic AM-1-300 and hydrophilic A-300 silicas, mineral fertilizers and bioactive components. Mixtures of hydrophilic and hydrophobic silicas in the ratio 1:1 and 1:2 were used to obtain a pasty composite with the given stimulating properties; colloidal starch solution; medium salts of mineral acids, bioactive components "Humifriend" and fungicide "Fital". Such composite systems were applied directly to the surface of sowing material, grains of wheat variety "Natalka" before sowing in sand and on filter paper, according to DSTU 4138-2002. During the study, the following parameters were measured: seed germination energy, germination and morphological characteristics of wheat germs, which consisted in measuring the length of the root and stem.

It is shown that when editing certain amounts of bioactive components to the composition of stimulating pasty composites, it is possible to program the properties of future films and powders: to increase morphological characteristics, uniformity of germination and fungicidal characteristics of composites.

It has been found that the presence of mineral fertilizers in pasty composites of silicas mixtures 1:1 and 1:2 has a positive effect on the uniform germination of wheat seeds in the sand and on the filter paper. Instead, the presence in the pastes of the active ingredients "Fital" and "Humifriend", regardless of the environment where the seeds germinated, there is a significant slowdown in the growth of wheat germ in both environments.

It has been found that an excess of hydrophilic silica in the pasty composite leads to the development on the surface of the grains of mycosis lesions, regardless of the germination environment. Therefore, stimulant pastes based on 1:2 silica mixtures must contain fungicides of mineral or biological origin.

Keywords: *pasty nanocomposite system, hydrophilic silica, hydrophobic silica*

ЛІТЕРАТУРА

1. Human health implications of organic food and organic agriculture Manuscript completed in December 2016. – Brussels. – European Parliamentary Research Service. Scientific Foresight Unit (STOA). PE 581.922. – P. 88. http://orgprints.org/29439/1/Organic_food_quality_and_health_webb.pdf
2. Люта О.В., Бучок І.В., Гумницький Я.М. Дослідження процесу адсорбції $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ґрунтовим середовищем // Вісник національного університету «Львівська політехніка». – 2013. – № 761. – С. 274–276.
3. Gumnitskii Y.M., Lyuta O.V. Molecular-diffusion mass transfer of substance in soil medium // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2014. – V. 48, N 4. – P. 414–419.
4. Turov V.V., Yukhymenko E.V., Krupskaya T.V. et al. Influence of nanosilicas on seeds germination parameters and state of water in nanocomposites “Ekostim” and partially dehydrated roots of wheat // European Science Review. – 2015. – N 3–4. – P.76 – 81.
5. Крупская Т.В., Головань А.П., Лупашку Т. и др. Нанокompозитная система на основе танина и метилкремнезема для активирования развития семян // Доповіді НАН України. – 2017. – № 10. – С. 83–90.
6. Стріха М., Ільченко М. Інноваційні розробки університетів і наукових установ МОН України. Т. 2. – Київ: ТОВ «Мірал», 2018. – 288 с.
7. Головань А.П., Лупашку Т.Г., Крупська Т.В. та ін. Вплив композитів на основі танінів та гідрофобного кремнезему на схожість та морфологічні параметри овочевих культур // Хімія, фізика та технологія поверхні. – 2019. – Т. 10, № 3. – С. 272–280.

REFERENCES

1. Human health implications of organic food and organic agriculture. European Parliamentary Research Service. Scientific Foresight Unit (STOA). PE 581.922. 2016. http://orgprints.org/29439/1/Organic_food_quality_and_health_webb.pdf
2. Lyuta O.V., Buchok I.V., Gumnitskii Y.M. Investigation of the $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ adsorption process by soil medium. *Bulletin of National University “Lvivska Polytechnica”*. 2013. **761**: 274. [in Ukrainian].
3. Gumnitskii Y.M., Lyuta O.V. Molecular-diffusion mass transfer of substance in soil medium. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2014. **48**(4): 414.
4. Turov V.V., Yukhymenko E.V., Krupskaya T.V., Suvorova L. Influence of nanosilicas on seeds germination parameters and state of water in nanocomposites “Ekostim” and partially dehydrated roots of wheat. *European Science Review*. 2015. **3–4**: 76.
5. Krupskaya T.V., Golovan A.P., Lupaşcu T., Povar I., Spinu O., Kartel N.T., Turov V.V. The nanocomposite system based on tannin and methylsilica for development seeds activation. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 2017. **10**: 83. [in Russian].
6. Striha M., Ilychenko M. *Innovative developments of universities and research institutions of the Ministry of Education and Science of Ukraine*. V. 2. (Kyiv: LLC “Miral”, 2018). [in Ukrainian].
7. Holovan A.P., Lupaşcu T.G., Krupskaya T.V., Lupaşcu G.A., Turov V.V. Influence of tannin-based composites and hydrophobic silica on germination and morphological parameters of vegetable crops. *Him. Fiz. Tehnol. Poverhni*. 2019. **10**(3): 272. [in Ukrainian].

Received 01.09.2020, accepted 01.03.2021