

УДК 631.331

## Експериментальні дослідження якості пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур захисно-стимулюючими препаратами

**Ратушний В. В.**,

к.т.н, с.н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», e-mail: vratushnyi@ukr.net, тел.: +38(095)735-06-00

**Косовець Ю. В.**,

н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», e-mail: yuravkos.ne@ukr.net, тел.: +38(066)783-82-9

### Анотація

**Мета.** Підвищення ефективності використання пестицидів завдяки обґрунтуванню раціональних режимів роботи робочих органів протруювача для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами.

**Методи.** У дослідженні використано метод планування експериментів та експериментально-розрахунковий метод.

**Результати.** Проведено лабораторно-польові дослідження розробленого експериментального зразка протруювача для пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур захисними і стимулюючими препаратами та визначено показники якості обробки насіння

залежно від режимів роботи його робочих органів.

**Висновки.** Отримано рівняння регресії для визначення якості пошарової обробки насіння залежно від подачі насіння і робочої рідини та кутової швидкості робочого органа, на підставі чого встановлено діапазон зміни раціональних режимних параметрів робочих органів, за яких забезпечується найкраща якість обробки насіння: кутова швидкість робочого органа – 80–120 рад/с, подача насіння – 0,8–1,2 кг/с, подача робочої рідини – 6–10 мл/с.

**Ключові слова:** насіння, пошарова обробка, захисно-стимулюючі препарати, робочий орган, режими роботи.

UDC 631.331

## Experimental research of the quality layer treatment of seeds in agricultural crops by protective and stimulating preparations

**Ratushnyy V. V.**,

cand. Ph.D. tech. sciences, National scientific center “Institute of agricultural engineering and electrification”, e-mail: vratushnyi@ukr.net,

тел.: +38(095)735-06-00

**Kosovets Yu. V.**,

researcher, National scientific center “Institute of agricultural engineering and electrification”, e-mail: yuravkos.ne@ukr.net, tel.: +38(066)783-82-19

### Annotation

**Purpose.** Improving the efficiency of pesticide use by justifying rational modes operation of the working bodies treater for layer-by-layer treatment of seeds with protective and stimulating preparations.

**Methods.** The researchers used the method of planning experiments and the experimental-calculation method.

**Results.** Conducting laboratory and field researches of a prototype developed experimental sample for layer-by-layer treatment by crop seeds

with protective and stimulating preparations, and indicators of the quality by seed treatment are determined depending on the operating modes at the working body.

**Conclusions.** Regression equations are obtained to determine the quality layer-by-layer processing of seeds depending on the seed supply, the working fluid supply and the angular velocity by working body, on the basis of which the range of changes in the rational operating parameters by working bodies is established, which ensures the best quality of seed

processing: the angular velocity of the working body is 80–120 rad/s, seed supply – 0.8–1.2 kg/s, supply of working fluid – 6–10 ml/s.

**Keywords:** seeds, layer-by-layer processing, protective-stimulating preparations, working body, modes of operation.

УДК 631.331

## Экспериментальные исследования качества послойной обработки семян сельскохозяйственных культур защитно-стимулирующими препаратами

**Ратушный В. В.,**

к.т.н., с.н.с., Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», e-mail: vratushnyi@ukr.net, тел.: +38(095)735-06-00

**Косовец Ю. В.,**

н.с., Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», e-mail: yuravkos.ne@ukr.net, тел.: +38(066)783-82-19

### Аннотация

**Цель.** Повышение эффективности использования пестицидов путем обоснования рациональных режимов работы рабочих органов протравливателя для послойной обработки семян защитными и стимулирующими препаратами.

**Методы.** В исследовании использован метод планирования экспериментов и экспериментально-расчетный метод.

**Результаты.** Проведены лабораторно-полевые исследования разработанного экспериментального образца протравливателя для послойной обработки семян сельскохозяйственных культур защитными и стимулирующими препаратами и определены показатели качества обработки семян в зависимости от режимов работы его рабочих органов.

**Выводы.** Получены уравнения регрессии для определения качества послойной обработки семян в зависимости от подачи семян и рабочей жидкости, а также угловой скорости рабочего органа, на основании чего установлен диапазон изменения рациональных режимных параметров рабочих органов, при которых обеспечивается наилучшее качество обработки семян: угловая скорость рабочего органа – 80–120 рад/с, подача семян – 0,8–1,2 кг/с, подача рабочей жидкости – 6–10 мл/с.

**Ключевые слова:** семена, послойная обработка, защитно-стимулирующие препараты, рабочий орган, режимы работы.

**Постановка проблемы.** Знезараження насіння сільськогосподарських культур дозволяє захистити висіяне насіння і молоді рослини від шкідників і хвороб за мінімальних витрат засобів захисту рослин, чим забезпечується зменшення кількості наступних хімічних обробок рослин у полі та зниження витрат на пестициди. Передпосівна обробка насіння має забезпечувати гаран-

тований захист сходів у початкові, найуразливіші фази росту й розвитку рослин. Порівнюючи з внесенням у ґрунт різних препаративних форм пестицидів, токсикація сходів у разі нанесення на насіння комплексу препаратів має ряд переваг: мінімальні витрати діючої речовини пестицидів на одиницю площі, низька собівартість захисних заходів, найменший, порівнюючи з іншими відомими способами хімічного захисту, негативний вплив на корисну фауну й докільля. Одним із напрямів удосконалення технологій передпосівної підготовки насіння, де найбільшою мірою проявляються ці переваги, є технологія пошарової обробки насіння композицією захисно-стимулюючих речовин, яка передбачає послідовне нанесення на насіння фунгіцидів, інсектицидів, мікроелементів, стимуляторів росту та інших захисно-стимулюючих речовин. Однак запропоновані технічні засоби для реалізації технології пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами мають ряд недоліків і тому подальше вдосконалення таких технологій через розробку відповідних технічних засобів із науково обґрунтованими режимами роботи їхніх робочих органів, що і передбачається даним дослідженням, є актуальною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пошарова обробка насіння багатокомпонентними фізіологічно активними розчинами пропонується провідними фірмами світу як новітня технологія комплексного захисту рослин від несприятливих факторів навколишнього середовища [1–9]. Технічно і технологічно пошарову обробку насіння рекомендується здійснювати відомими

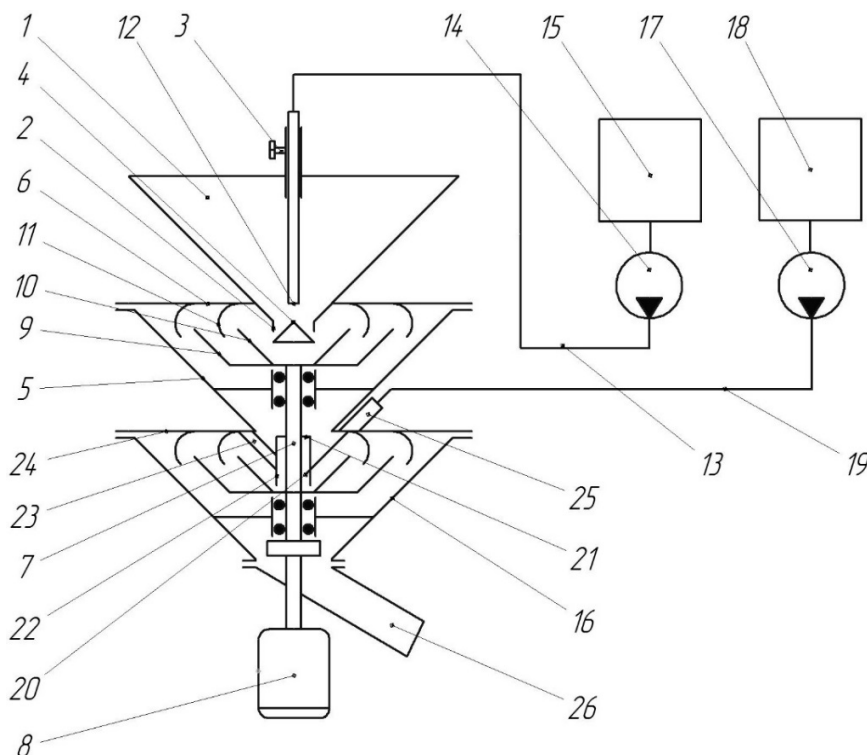
фірмами, зокрема: CIMBRIA HEID, PETKUS, NIKLAS, із застосуванням ротаційних протруювачів періодичної дії в перервному режимі їхньої роботи, а фірма Graham Seed Treating Systems (Канада) пропонує обладнання для обробки насіння – систему G3-1100 DS, яка розроблена для нанесення двох окремих розчинів рідких протруйників та інокулянтів почергово в безперервному режимі. Проте технічні засоби періодичної дії досить складні та енергомісткі, а на обладнанні з безперервним режимом роботи, де дозування робочих розчинів пестицидів здійснюється за допомогою розпилювачів, робочий процес нанесення суспензій пестицидів здійснюється ненадійно.

**Мета досліджень.** Підвищення ефективності використання пестицидів завдяки обґрунтуванню раціональних режимів роботи

робочих органів протруювача для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами.

**Методи досліджень.** У дослідженні використано метод планування експериментів та експериментально-розрахунковий метод.

**Результати досліджень.** В основу розробки протруювача для пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур захисними і стимулюючими препаратами покладено розроблений нами спосіб і пристрій [10, 11] та конструкційно-технологічну схему (рис. 1), де передбачено використання двох змішувальних камер, розміщених одна над одною, та двох дозаторів рідких препаратів, які подають робочі рідини до відповідних змішувальних камер.



**Рис. 1.** Схема протруювача для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами:

- 1 – бункер для насіння; 2 – випускна горловина; 3 – дозатор насіння; 4 – конічний розподільник;
- 5, 16 – змішувальні камери; 6, 24 – кришки; 7 – приводний вал; 8 – електродвигун;
- 9 – основний змішувач; 10 – додатковий змішувач; 11 – перехідна поверхня; 12, 20 – випускні отвори;
- 13, 19 – нагнітальні патрубки; 14, 17 – насоси-дозатори рідких препаратів; 15, 18 – баки;
- 21 – основа стакану; 22 – стакан; 23 – планка; 25 – направляючий патрубок;
- 26 – вивантажувальна горловина

**Fig. 1.** Scheme treater for the layer treatment of seeds with protective and stimulating preparations:  
 1 – seed hopper; 2 – outlet; 3 – seed dispenser; 4 – conical distributor; 5, 16 – mixing chambers; 6, 24 – covers;  
 7 – drive shaft; 8 – electric motor; 9 – main mixer; 10 – additional mixer; 11 – transition surface;  
 12, 20 – outlets; 13, 19 – injection pipes; 14, 17 – liquid dosage pumps; 15, 18 – tanks;  
 21 – the base of the bushing; 22 – bushing; 23 – lath; 25 – guide pipe; 26 – unloading throat

Протруювач містить бункер 1 із випускною горловиною 2 та дозатором 3 і конічним розподільником 4. Під випускною горловиною 2 бункера 1 встановлена перша змішувальна камера 5 з кришкою 6, в якій на приводному валу 7, кінематично з'єднаному з електродвигуном 8, встановлений основний чахоподібний змішувач 9.

До дна чаші основного змішувача 9 меншою основою закріплений додатковий змішувач 10, виконаний у вигляді пустотілого зрізаного конуса. Додатковий змішувач 10 функціонально з'єднаний тороїдальною поверхнею 11, закріпленою до кришки 6, з основним змішувачем 9. Над додатковим змішувачем 10 розміщений випускний отвір 12 нагнітального патрубку 13 першого дозатора 14 рідкого препарату з резервуара 15. Під першою змішувальною камерою 5 розміщена друга змішувальна камера 16 аналогічної конструкції, причому змішувачі другої камери 16 розміщені співвісно зі змішувачами 7 і 9 першої камери 5. Крім того, протруювач обладнаний додатковим дозатором 17 для подачі другого рідкого препарату з резервуара 18 по нагнітальному патрубку 19 в додатковий змішувач другої змішувальної камери 16. Причому для підвищення ефективності роботи змішувачів другої змішувальної камери 16 вихідний отвір 20 нагнітального патрубку 19 розміщений біля приводного вала 7, а також усередині додаткового змішувача другої змішувальної камери 16 співвісно до приводного вала 7 шарнірно на

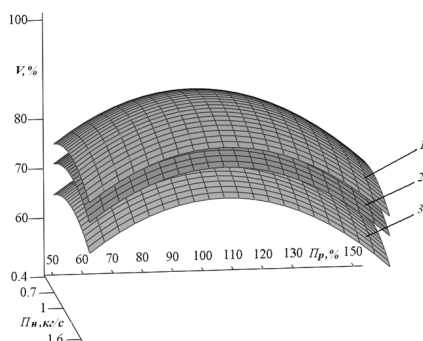
вала встановлений основою 21 доверху стакан 22, нерухомо сполучений планкою 23 з кришкою 24 другої змішувальної камери 16. Крім того, для спрощення монтажу випускного кінця нагнітального патрубку 19 додаткового дозатора 17 до кришки 24 змішувальної камери 16 закріплений направляючий патрубок 25. Оброблене рідкими препаратами насіння виводиться з протруювача через вивантажувальний патрубок 26.

У процесі експериментальних досліджень якості обробки насіння враховувалися кутова швидкість робочого органа, подача насіння та подача робочої рідини. У дослідках насіння оброблялося зафарбованими в різні кольори захисними препаратами. За критерій оцінки якості обробки насіння прийнята частка (%) якісно обробленого насіння. Якісно обробленою насінною вважалася насіннина з повнотою обробки препаратом не нижче 80% від норми [12]. Повнота обробки препаратом кожної окремої насіннини визначалася комп'ютерною програмою, яка порівнювала фотознімки насіннин відібраної проби з фотознімком еталонної насіннини.

За даними проведених експериментальних досліджень отримано рівняння регресії для визначення якості  $V$  пошарової обробки насіння залежно від подачі насіння  $\Pi_n$ , подачі робочої рідини  $\Pi_p$  та кутової швидкості робочого органа  $\omega$ . Зокрема, для насіння сої це рівняння має такий вигляд:

$$V = -6,1038 + 16,9259\Pi_n + 0,6061\omega + 0,8754\Pi_p - 7,8704\Pi_n^2 - 0,0025\omega^2 - 0,0046\Pi_p^2.$$

За отриманими рівняннями побудовані графічні залежності якості обробки насіння від параметрів та режимів роботи робочих органів (рис. 2), із аналізу яких випливає, що діапазон зміни раціональних режимних параметрів робочих органів, за яких забезпечується найкраща якість обробки насіння, становить: кутова швидкість робочого органа – 80–120 рад/с, подача насіння – 0,8–1,2 кг/с, подача робочої рідини – 6–10 мл/с.



**Рис. 2.** Залежність якості обробки насіння сої від подачі робочої рідини та подачі насіння:

1–3 – кутова швидкість робочого органа становить 110; 150; 70 рад/с, відповідно

**Fig. 2.** Dependence quality by processing of soybean seeds from the supply of working fluid and the supply of seeds:

1–3 – the angular velocity of the working body is 110; 150; 70 rad/s, respectively

Отримані результати проведених досліджень лягли в основу розробки експериментального зразка протруювача для пошарової обробки насіння ППОН-5 (рис. 3).



**Рис. 3.** Загальний вигляд експериментального зразка протруювача для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами

**Fig. 3.** General view of the experimental sample treater for the layer treatment of seeds with protective and stimulating preparations

Цей протруювач призначений для пошарової обробки насіння зернових, зернобобових і технічних культур плівкоутворюючими робочими рідинами пестицидів та забезпечує стабільну подачу різних компонентів у необхідних співвідношеннях в автоматичному режимі роботи з використанням перистальтичних насосів із кроковими двигунами.

**Висновки.** Отримано рівняння регресії для визначення якості пошарової обробки насіння залежно від подачі насіння і робочої рідини та кутової швидкості робочого органа, на підставі чого встановлено діапазон зміни раціональних режимних параметрів робочих органів, за яких забезпечується найкраща якість обробки насіння: кутова швидкість робочого органа – 80–120 рад/с, подача насіння – 0,8–1,2 кг/с, подача робочої рідини – 6–10 мл/с.

### Бібліографія

1. Ратушний В. В., Косовець Ю. В. Експериментальні дослідження процесу пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур. *Механізація та електрифікація сільського господарства*: загальнодержавний

збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2018. Вип. № 8 (107). С. 65–71.

2. Крамарев С. М., Красненков С. В., Сидоренко Ю. Я. Перспективы использования пленкообразующих препаратов с рострегулирующей активностью и микроэлементами в хелатной форме для проведения предпосевной инкрустации семян зерновых и зернобобовых культур. *Материалы Междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов «Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства»* / Нац. акад. наук Беларуси. Минск, 2010. С. 61–63.

3. Рубан И. Н., Шарипов М. Д., Ворopaева Н. Л. Инновационная технология предпосевной обработки семян в рисосеянии. *Материалы III международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса»*: сборник научных трудов ГНУ СНИИЖК. Ставрополь, 2014. Вып. 7. С. 559–563.

4. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В., Бочевар О. В., Остапенко С. М. Інкрустація насіння – важливий технологічний засіб підвищення урожайності зерна ярих колосових культур у степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 125–130.

5. Ruban I., Sharipov M., Voropaeva N. Native nanoobjects and technology of capsulation increasing their stability to environment unfavourable factors. *The book XIV International Workshop on Bioencapsulation* (Lausanna, Switzerland). 2006. Pp. 435–437.

6. Sharipov M., Ruban I., Voropaeva N. Polymers use in technology of rice seeds preparation to sowing. *The book XV International Workshop Bioencapsulation*. Vienna, 2007. Pp. 1–4.

7. Seedcoating // Advance seed. URL: [http://wildweb.co.za/CLIENTS/AdvanceSeed/seed\\_coating.php](http://wildweb.co.za/CLIENTS/AdvanceSeed/seed_coating.php) (дата звернення: 18.07.2019).

8. Advanced Seed Coating Technology // Heritage seeds. URL: <https://www.heritage-seeds.com.au/research-development/agronomic-advance/advanced-seed-coating-technology> (дата звернення: 17.07.2019).

9. G3DS 1100 Double Shoot // Graham Seed Treating Systems. URL: <http://www.seedtreating.com/g3ds.html> (дата звернення: 16.07.2019).

10. Патент 117595, Україна, МПК А01С 1/08, А01С 1/06. Спосіб пошарової обробки насіння рослин різними рідкими препаратами / В. В. Ратушний, В. К. Мойсеєнко, Ю. В. Косовець; заявник і патентовласник Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України. № у 2017 01534; заявл. 17.02.2017; опубл. 26.06.2017. Бюл. № 12.

11. Патент 131494, Україна, МПК А01С 1/06, А01С 1/08. Установка для пошарової обробки насіння рослин різними рідкими препаратами / В. В. Ратушний, В. К. Мойсеєнко, Ю. В. Косовець; заявник і патентовласник Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України. № а 2016 13300; заявл. 26.12.2016; опубл. 25.01.2019. Бюл. № 2.

12. СОУ 01.1-37-429.2006. Протруювання насіння. Загальні технічні вимоги. К.: Мінагрополітики, 2006.

### Bibliografia

1. Ratushnyy V. V., Kosovets' Yu. V. Eksperymental'ni doslidzhennya protsesu posharovoyi obrobky nasinnya sil's'kohospodars'kykh kul'tur. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: zahal'noderzhavnyy zbirnyk / NNTS «IMESH»*. Hlevakha, 2018. Vyp. № 8 (107). S. 65–71.

2. Kramarev S. M., Krasnenkov S. V., Sidorenko Yu. Ya. Perspektivy ispol'zovaniya plenkoobrazuyushchikh preparatov s rostreguliruyushchey aktivnost'yu i mikroelementov v khelatnoy forme dlya provedeniya predposevnoy inkrustatsiya semyan zernovykh i zernobobovykh kul'tur. *Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. i IV s'yezda pochvedov «Plodorodiye pochv – osnova ustoychivogo razvitiya sel'skogo khozyaystva» / Nats. akad. nauk Belarusi*. Minsk, 2010. S. 61–63.

3. Ruban I. N., Sharipov M. D., Voropaeva N. L. Innovatsionnaya tekhnologiya predposevnoy obrabotki semyan v risoseyanii. *Materialy III mezhdunarodnoy konferentsii «Innovatsionnyye razrabotki molodykh uchenykh – razvitiyu Agropromyshlennogo kompleksa»*: sbornik nauchnykh trudov GNU SNIIZHK. Stavropol', 2014. Vyp. 7. S. 559–563.

4. Hyrka A. D., Sydorenko Yu. Ya., Il'yenko O. V., Bochevar O. V., Ostapenko S. M. Inkrustatsiya nasinnya – vazhlyvyi tekhnolohichnyy zasib pidvyshchennya urozhaynosti zerna yarykh kolosovykh kul'tur u stepu Ukrainy. *Byuleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrainy*. 2013. № 5. S. 125–130.

5. Ruban I., Sharipov M., Voropaeva N. Native nanoobjects and technology of capsulation increasing their stability to environment unfavourable factors. *The book XIV International Workshop on Bioencapsulation* (Lausanna, Switzerland). 2006. Pp. 435–437.

6. Sharipov M., Ruban I., Voropaeva N. Polymers use in technology of rice seeds preparation to sowing. *The book XV International Workshop Bioencapsulation*. Vienna, 2007. Pp. 1–4.

7. Seedcoating // Advance seed. URL: [http://wildweb.co.za/CLIENTS/AdvanceSeed/s\\_eed\\_coating.php](http://wildweb.co.za/CLIENTS/AdvanceSeed/s_eed_coating.php) (data zvernennya: 18.07.2019).

8. Advanced Seed Coating Technology // Heritageseeds. URL: <https://www.heritageseeds.com.au/research-development/agronomic-advance/advanced-seed-coating-technology> (data zvernennya: 17.07.2019).

9. G3DS 1100 Double Shoot // Graham Seed Treating Systems. URL: <http://www.seed-treating.com/g3ds.html> (data zvernennya: 16.07.2019).

10. Patent 117595, Ukrayina, MPK A01C 1/08, A01C 1/06. Sposib posharovoyi obrobky nasinnya roslyn riznymy ridkymy preparatamy / V. V. Ratushnyy, V. K. Moysenyko, Yu. V. Kosovets'; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy naukovyy tsentr «Instytut mekhanizatsiyi ta elektrofikatsiyi sil's'koho hospodarstva» Ukrayins'koyi akademiyi ahrarnykh nauk. № u 2017 01534; zayavl. 17.02.2017; opubl. 26.06.2017. Byul. № 12.

11. Patent 131494, Ukrayina, MPK A01C 1/06, A01C 1/08. Ustanovka dlya posharovoyi obrobky nasinnya roslyn riznymy ridkymy preparatamy / V. V. Ratushnyy, V. K. Moysenyko, Yu. V. Kosovets'; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy naukovyy tsentr «Instytut mekhanizatsiyi ta elektryfikatsiyi sil's'koho hospodarstva» Natsional'noyi akademiyi ahrarnykh nauk Ukrainy. № a 01613300; zayavl. 26.12.2016; opubl. 25.01.2019. Byul. № 2.

12. SOU 01.1-37-429: 2006. Protruyuvannya nasinnya. Zahal'ni tekhnichni vymohy. K.: Minahropolityky, 2006.

### References

1. Ratushny V. V., Kosovets Y. V. Experimental studies of the process of layer processing of seeds of agricultural crops. *Mechanization and electrification of agriculture: national collection / NSC “IAEE”*. Glevakha, 2018. Issue No. 8 (107). Pp. 65–71.

2. Kramarev S. M., Krasnenkov S. V., Sidorenko Yu. Ya. Prospects for the use of film-forming preparations with regrowing activity and trace elements in chelate form for preseeding incrustation of seeds of grain and legumes cultures. *Materials International. scientific practice. conf. and IV congress of soil scientists “Soil fertility – the basis of sustainable development of agriculture” / National. acad. Sciences of Belarus*. Minsk, 2010. Pp. 61–63.

3. Ruban I. N., Sharipov M. D., Voropaeva N. L. Innovative technology of pre-seed treatment of seeds in rice-seeding. *Materials of the III International Conference “Innovative Developments of Young Scientists – Development of the Agro-Industrial Complex”*: collection of scientific works

GNU SNIIZHK. Stavropol, 2014. Issue 7. Pp. 559–563.

4. Girka A. D., Sidorenko Yu. Ya., Ilyenko O. V., Boechev V. V., Ostapenko S. M. Incrustation of seeds is an important technological means of increasing the yield of grain of spring colossal cultures in the steppe of Ukraine. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of the National Academy of Sciences of Ukraine*. 2013. No. 5. Pp. 125–130.

5. Ruban I., Sharipov M., Voropaeva N. Native nanoobjects and technology of capsulation increasing their stability to environment unfavourable factors. *The book XIV International Workshop on Bioencapsulation* (Lausanna, Switzerland). 2006. Pp. 435–437.

6. Sharipov M., Ruban I., Voropaeva N. Polymers use in technology of rice seeds preparation to sowing. *The book XV International Workshop Bioencapsulation*. Vienna, 2007. Pp. 1–4.

7. Seedcoating // Advance seed. URL: [http://wildweb.co.za/CLIENTS/AdvanceSeed/seed\\_coating.php](http://wildweb.co.za/CLIENTS/AdvanceSeed/seed_coating.php) (application date: 18.07.2019).

8. Advanced Seed Coating Technology // Heritageseeds. URL: <https://www.heritageseeds.com.au/research-development/agronomic-advi->

[ce/advanced-seed-coating-technology](http://www.heritageseeds.com.au/research-development/agronomic-advice/advanced-seed-coating-technology) (application date: 17.07.2019).

9. G3DS 1100 Double Shoot // Graham Seed Treating Systems. URL: <http://www.seedtreating.com/g3ds.html> (application date: 16.07.2019).

10. Patent 117595, Ukraine, IPC A01C 1/08, A01C 1/06. Method of layer processing of plant seeds by various liquid preparations / V. V. Ratushny, V. K. Moiseenko, Yu. V. Kosovets; applicant and patent holder National Science Center “Institute of Agricultural Engineering and Electrification” of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. No. u 2017 01534; stated. 17.02.2017; has published June 26, 2017. Bull. No. 12.

11. Patent 131494, Ukraine, IPC A01C 1/06, A01C 1/08. Device for the layer treatment of seeds of plants by various liquid preparations / V. V. Ratushny, V. K. Moiseenko, Yu. V. Kosovets; Applicant and patent holder National Science Center “Institute of Agricultural Engineering and Electrification” of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. No. A 201613300; stated. 26.12.2016; published January 25, 2015. Bull No. 2.

12. SOU 01.1-37-429: 2006. Seed treatment. General technical requirements. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy, 2006.