

## ОБМЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ ПЛІСЕНЕВИХ ГРИБІВ НА ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ТА ЯЧМЕНЮ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ОЗОНО-ПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ

<sup>1)</sup>Петренко В. П., <sup>1)</sup>Сокол Т. В., <sup>1)</sup>Боровська І. Ю., <sup>1)</sup>Ниска І. М.,

<sup>2)</sup>Таран Г. В., <sup>2)</sup>Пугач С. Г., <sup>2)</sup>Замуриєв О. О., <sup>2)</sup>Опалєв П. О.

<sup>1)</sup> Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

<sup>2)</sup> ННЦ «Фізико-технічний інститут» НАН

Фітоекспертиза зернових мас пшениці урожаю 2016 року дала змогу виявити прояв таких грибів як *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, на зерні ячменю – *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Загальна зараженість зерна в природних умовах складала біля 60 %, з яких основну частку становив альтернаріоз (55,0 % на зерні пшениці та 57,0 % – ячменю). Установлено ефективну дію озонופовітряних сумішей на розвиток патогенних організмів *Aspergillus flavus* та *Penicillium nordicum* у чистій культурі при вирощуванні на штучному живильному середовищі (КГА). На пробах зараженого зерна як *Aspergillus flavus*, так і *Penicillium nordicum* ефективний вплив на пригнічення розвитку інфекції установлено дозою озону в 1 г/м<sup>3</sup> при експозиції 72 години.

*Ключові слова:* озono-повітряна суміш, плісеневі гриби, пшениця, ячмінь, летальна дія, фітоекспертиза

**Вступ.** Виробництво зерна в Україні є традиційним напрямом сільськогосподарської галузі. Програмою «Зерно України» передбачено вийти на щорічний обсяг виробництва на рівні 80 млн. тонн [1]. Запланований валовий збір зерна обґрунтовано сприятливими кліматичними умовами, створеними і впровадженими у виробництво високопродуктивними сортами, з яких пшениці озимої з потенційною продуктивністю 9-12 т/га, пшениці ярої 5-7 т/га, ячменю озимого та ярого 8-10 т/га, розробленими новітніми технологіями їх вирощування, наявним досвідом передових господарств. При цьому за високого розвитку хвороб і шкідників потенційні втрати урожаю можуть сягати 15-32 %, а в роки епіфітотійного їх розвитку недобір урожаю зерна може складати 50 % [2]. Окрім прямих втрат урожаю фітопатогени здатні виробляти токсини, в результаті чого зерно не придатне до вживання в їжу та на корм тваринам. Тому оптимізація фітосанітарного стану посівів є значним резервом збільшення обсягів виробництва зерна та збереження його якості.

Зерно, яке закладається на зберігання в елеватори, має відповідати вимогам безпеки та якості згідно ДСТУ 3768-2010 «Пшениця. Технічні умови» [3]. Воно повинно бути вільним від токсинів, які сформувались у результаті життєдіяльності хвороботворних мікроорганізмів, так як це харчова сировина для виготовлення круп, борошна, пива тощо. Проблема мікотоксинів залишається актуальною до теперішнього часу у всіх країнах світу. Оскільки токсини є низькомолекулярними речовинами, то вони здатні швидко поширюватись по клітинах уражених органів рослини і можуть убивати навіть ті клітини, які знаходяться на значній відстані від місця ураження мікроорганізмом [4].

Найбільш поширеними забруднювачами харчових продуктів і кормів є метаболіти мікробіального походження. Особливо небезпечними є мікотоксини, що продукуються мікроміцетами (плісеневими грибами). Щорічний збиток від розвитку плісеневих грибів на сільськогосподарських продуктах і промисловій сировині у світі перевищує 30 млрд. доларів США [5]. Значну небезпеку з відомих на теперішній час плісеневих мікроорганізмів, які зустрічаються в зерновій сировині, становлять гриби родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*. Тому обмеження розвитку грибної інфекції на зерні під час його збері-

гання на елеваторах є одним із дієвих заходів мінімізації вмісту отруйних речовин у продовольчих партіях зернової маси.

У практиці сільськогосподарської діяльності існує численна кількість способів обмеження розвитку інфекції на зерні, зокрема механічні, фізичні, хімічні, біологічні, фізико-хімічні та інші. Експериментальними роботами окремих авторів доведено недостатню ефективність цих способів, значні витрати часу на їх виконання, а окремі з них являють небезпеку для навколишнього середовища, людей і тварин [6]. Так, механічні і фізичні методи детоксикації, які використовуються на теперішній час, зводяться до механічного виділення візуально помітних уражених плісневими грибами зернівок та зернопродуктів від основної партії з наступним фізичним впливом на сировину шляхом вентиляції атмосферного повітря, термічної обробки – охолодження або нагрів зернової маси. Хімічні методи зводяться до обробки зерна розчинами окисників та потужних кислот або лугів, що призводить до руйнування мікотоксинів, але при цьому більшою мірою знищуються корисні речовини продукту. Аналіз використання способів обмеження розвитку грибної інфекції на зерні при зберіганні його на елеваторах дає підстави визнати актуальними питання дослідження і розробки сучасних, ефективних, малозатратних, безпечних способів детоксикації зернових мас на прикладі озono-повітряних сумішей.

**Мета і завдання досліджень.** Метою проведених досліджень було визначення впливу озono-повітряної суміші на розвиток грибів родів *Aspergillus* і *Penicillium* у чистій культурі та на зерні пшениці і ячменю при штучному їх зараженні.

Для досягнення мети виконували такі завдання, зокрема: визначити патогенність штамів грибів *Aspergillus flavus* та *Penicillium nordicum*; проаналізувати зернову сировину на наявність природної інфекції; установити концентрацію озону і експозицію дії даної концентрації на обмеження росту міцелію грибів у чистій культурі та на штучно зараженому зерні пшениці і ячменю спорами *Aspergillus flavus* та *Penicillium nordicum*.

**Методика і умови проведення досліджень.** Дослідження проводили в умовах лабораторії імунітету рослин до хвороб та шкідників Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Використовували методи чистих культур для виділення та пересіву грибів [7], аналізу насіння для виявлення зовнішньої інфекції [8], мікроскопії для визначення родової належності грибів [9]. Обробляли чисті культури грибів та заражене ними зерно в ННЦ ХФТІ НАН на приладі «Ozone-agro 1 L».

Варіанти обробки чистої культури грибів озono-повітряною сумішшю включали такі концентрації озону: 0,04 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, 0,1 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, 0,5 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> з експозицією дії 4, 24, 48, 72, 168 годин, на заражене зерно діяли концентрацією озону 1 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> з експозицією 2, 4, 8, 72 год. Повторність дослідів триразова. Зернові маси, які використовували в досліді – урожаю 2016 року.

Стенд «Ozone-agro 1 L» являє собою прилад для обробки зернових культур газовою сумішшю, що вміщує озон і призначається для вивчення впливу різних концентрацій озону на їх біологічні та фізіологічні властивості, а також для дослідження знезараження насіння від патогенної мікрофлори. До складу стенда «Ozone-agro 1 L» входять такі функціональні блоки: повітряний компресор фірми Secoh sangyo (Японія) продуктивністю до 50 л/хв. та максимальним тиском до 12,7 кПа, вимірювач витрат газу (типу РМ-4 ГУЗ), лабораторний генератор озону «Ozone-agro 1 L», вимірювач концентрації озону фірми Teledyne instruments (США) модель 454Н з діапазоном вимірювання концентрації озону 0,1-100 г/м<sup>3</sup>, лабораторна камера для розміщення зразків та деструктор озону, рисунки 1, 2.

**Результати досліджень.** Проведеною фітоекспертизою зернових мас пшениці та ячменю урожаю 2016 року виявлено наявність грибної інфекції у всіх перевірених пробах. Загальний рівень зараженості зерна пшениці становив 60,6 %, ячменю – 59,8 %. Серед збудників хвороб зерна пшениці виділено гриби родів *Fusarium* (3,5 %), *Aspergillus* (0,1 %), *Penicillium* (2,0 %), *Alternaria* (55,0 %), на зерні ячменю – *Helminthosporium* (2,1 %), *Alternaria* (57,0 %), *Aspergillus* (0,2 %), *Penicillium* (0,5 %), табл. 1.



**Рис. 1.** Структурна схема функціональних блоків лабораторного станду “Ozone-agro 1 L”



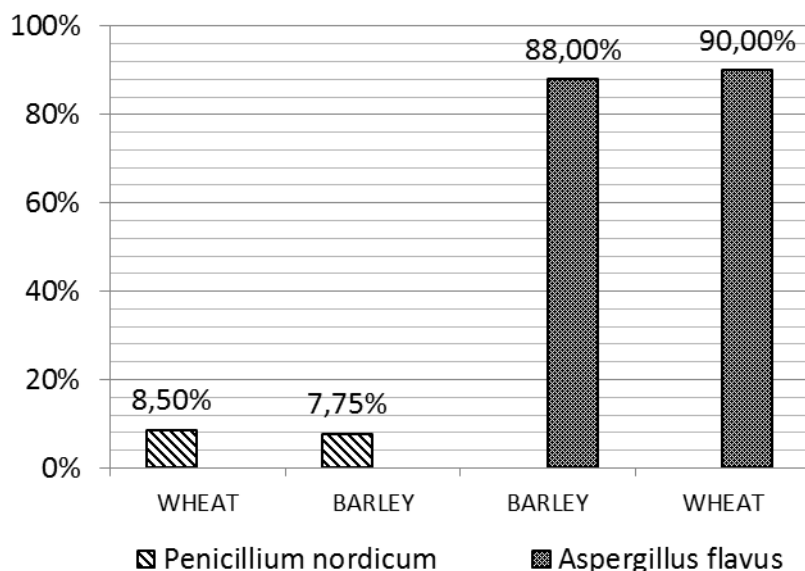
**Рис. 2.** Зовнішній вигляд лабораторного станду “Ozone-agro 1 L”

**Таблиця 1.** Плісєневі гриби на зерновій сировині в умовах східної частини Лісостепу України, 2016 р.

| Зернова сировина | Заражено грибами, % | У тому числі       |                    |                         |                 |                   |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|
|                  |                     | <i>Aspergillus</i> | <i>Penicillium</i> | <i>Helminthosporium</i> | <i>Fusarium</i> | <i>Alternaria</i> |
| Пшениця          | 60,6                | 0,1                | 2,0                | 0                       | 3,5             | 55,0              |
| Ячмінь           | 59,8                | 0,2                | 0,5                | 2,1                     | 0               | 57,0              |

При визначенні патогенних властивостей виявлених нами плісєневих грибів, які розвивались у природних умовах на зернових масах пшениці та ячменю встановлено різну їх здатність щодо обумовлення розвитку хвороби на зерні. Зокрема, виділення в чисту культуру *Aspergillus flavus* та *Penicillium nordicum* та зараження цими збудниками попередньо простерилізованого в 96° етиловому спирті зерна ячменю та пшениці, виявлено високу здатність *Aspergillus flavus* до зараження (88 % зараженого зерна ячменю та 90 % зараженого зерна пшениці) і низьку (відповідно 7,75 % і 8,5 %) *Penicillium nordicum* (рис. 3).

У результаті проведених досліджень з визначення впливу озono-повітряної суміші на життєздатність мікроорганізмів у чистій культурі триденного та семиденного віку встановлено ефективні концентрації озону з відповідною експозицією, які призводили міцелій грибів до летальних наслідків. Тобто за повторного пересіву грибів на живильне середовище (через 7 діб після обробки озonom) відмічена повна втрата здатності їх до проростання (таблиця 2).



**Рис. 3.** Здатність хвороботворного організму обумовлювати розвиток хвороби на зерні ячменю та пшениці

**Таблиця 2.** Вплив озono-повітряної суміші на життєздатність хвороботворних мікроорганізмів у чистій культурі

| Мікроорганізм               | Вік гриба, діб | Режим обробки                        |                  | Морфологічні ознаки гриба |                           |                            |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                             |                | концентрація озону, г/м <sup>3</sup> | експозиція, год. | одразу після обробки      | через 7 діб після обробки | через 7 діб після пересіву |
| <i>Aspergillus flavus</i>   | 3              | 0,1                                  | 4                | міцелій побілів та висох  | позеленів                 | проріс                     |
|                             |                | 0,1                                  | 24               |                           | позеленів                 | проріс                     |
|                             |                | 0,1                                  | 48               |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,1                                  | 72               |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,5                                  | 4                |                           | позеленів                 | проріс                     |
| <i>Aspergillus flavus</i>   | 7              | 0,04                                 | 72               | міцелій побілів та висох  | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,1                                  | 24               |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,1                                  | 168              |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,5                                  | 168              |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
| <i>Penicillium nordicum</i> | 3              | 0,1                                  | 24               | міцелій побілів та висох  | позеленів                 | проріс                     |
|                             |                | 0,1                                  | 48               |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,1                                  | 72               |                           | білий, сухий              | не проріс                  |
| <i>Penicillium nordicum</i> | 7              | 0,04                                 | 24               | міцелій побілів та висох  | білий, сухий              | не проріс                  |
|                             |                | 0,1                                  | 5                |                           | позеленів                 | проріс                     |
|                             |                | 0,1                                  | 72               |                           | білий, сухий              | не проріс                  |

Летальну дію озону на триденну культуру *Aspergillus flavus* виявлено у варіанті з концентрацією озону 0,1 г/м<sup>3</sup> упродовж 48 годин та 72 годин. Менша експозиція цієї концентрації озону (4 год. та 24 год.), а також нижча (0,5 г/м<sup>3</sup> упродовж 4 годин) були не ефективними, оскільки не пригнічували здатність гриба до проростання після пересіву його на живильне середовище. Через 7 діб після повторного пересіву обробленої чистої культури гриба проростав і розвивався. Підібрані варіанти обробки семиденної культури *Aspergillus flavus* озонopовітряною сумішшю мали летальні наслідки на грибок, так як проростання його за повторного пересіву не відмічено. Щодо життєздатності *Penicillium nordicum* після впливу на триденну чисту культуру озонopовітряною сумішшю виявлено летальну концентрацію в 0,1

г/м<sup>3</sup> при експозиції 48 годин та 72 годин. Семиденну культуру цього гриба пригнічували концентрації озону в 0,04 г/м<sup>3</sup> упродовж 24 годин та 0,1 г/м<sup>3</sup> за дії в 72 години.

У результаті досліджень з обмеження розвитку плісневих грибів на зерновій сировині пшениці та ячменю встановлено ефективні режими озono-повітряної суміші, які пригнічували розвиток хвороботворних мікроорганізмів, штучно нанесених на зерно. При цьому наважки зерна ячменю і пшениці по 300 г поміщали у колби Ерленмеєра, стерилізували в 96° етиловому спирті впродовж 1 хвилини, промивали дистильованою стерильною водою і добавляли у кожну наважку зерна по 25 мл стерильної води для підвищення його вологості, що є сприятливою умовою для розвитку інфекції. Через 6 годин вологість насіння становила 23 %, тобто на 10 % була вищою від стандартної. У зволене зерно пшениці та ячменю вносили споровий матеріал *Aspergillus flavus*, вирощений на штучному живильному середовищі (картопляно-глюкозний агар). Для зараження 300 г зерна використовували спорову масу чистої культури цього гриба – четверту частину чашки Петрі. Після цього зерно зі спорами гриба ретельно перемішували впродовж 5 хвилин для рівномірного розподілу спор на поверхні зернівок пшениці та ячменю. Заражене зерно обробляли концентрацією озону 1 г/м<sup>3</sup> з експозицією 2, 4, 8 та 72 годин (табл. 3).

**Таблиця 3.** Вплив озono-повітряної суміші на обмеження розвитку плісневих грибів на штучно зараженому зерні ячменю та пшениці

| Плісневий гриб              | Режим обробки                        |                  | Життєздатність гриба через 72 години після пророщування зерна у вологій камері |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------------|--|
|                             | Концентрація озону, г/м <sup>3</sup> | експозиція, год. |  |
| <i>Aspergillus flavus</i>   | 1                                    | 2                | проріс   |
|                             | 1                                    | 4                | проріс   |
|                             | 1                                    | 8                | проріс   |
|                             | 1                                    | 72               | не проріс  |
| <i>Penicillium nordicum</i> | 1                                    | 2                | проріс   |
|                             | 1                                    | 4                | проріс   |
|                             | 1                                    | 8                | проріс   |
|                             | 1                                    | 72               | не проріс  |

Подавлення життєздатності грибів на зерні ячменю досягнуто режимом його обробки озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону 1 г/м<sup>3</sup> упродовж 72 годин. За меншої експозиції впливу цієї концентрації озону спори хвороботворних мікроорганізмів, розміщені разом із зараженим зерном у вологу камеру, проростали і заселяли зернівки.

Ураховуючи високу здатність *Aspergillus flavus* обумовлювати розвиток хвороби на зерні (88 % зараженого зерна проти 8,5 % зараженого *Penicillium nordicum*) проведено дослід з визначення ефективності озonoвої обробки щодо обмеження його розвитку (табл. 4).

**Таблиця 4.** Вплив озono-повітряної суміші на обмеження розвитку *Aspergillus flavus* на штучно зараженому зерні

| Режим обробки | Концентрація озону, г/м <sup>3</sup> | Уражених аспергілом зерен, % |         |
|---------------|--------------------------------------|------------------------------|---------|
|               |                                      | ячмінь                       | пшениця |
| Контроль      | не оброблене зерно                   | 100                          | 82      |
| 48 годин      | 1                                    | 79                           | 16      |
| 96 годин      | 1                                    | 25                           | 3       |
| 144 години    | 1                                    | 7                            | 8       |

Результати таблиці яскраво свідчать про зниження зараженості зерна ячменю і пшениці за дії на нього озonom впродовж 48 годин, при якому частка інфікованого зерна ячменю зменшилась на 21 %, пшениці – на 66 %. Збільшення експозиції обробки озonom забезпечувало вищу ефективність цього заходу. Так, за умови обробки інфікованого зерна

концентрацією озону 1 г/м<sup>3</sup> упродовж 96 годин, частка зараженого зерна ячменю зменшилась на 75 %, пшениці – на 79 %. При експозиції впливу на заражене зерно впродовж 144 годин частка інфікованого грибом зерна ячменю зменшилась на 93 %, пшениці – на 74 %.

Активність росту колоній гриба, який виділили з оброблених озonom заражених зерен ячменю і пшениці *Aspergillus flavus* шляхом змиву із них спор та висіву отриманої суспензії на штучне живильне середовище визначали через 72 години заміром росту колоній (табл. 5).

**Таблиця 5.** Вплив озono-повітряної суміші на активність росту колоній *Aspergillus flavus*

| Режим обробки інфікованого грибом зерна |                                      | Діаметр колоній гриба, мм |         |
|---|--------------------------------------|---------------------------|---------|
|   |                                      | ячмінь                    | пшениця |
| експозиція, годин                       | Концентрація озону, г/м <sup>3</sup> |                           |         |
| Контроль                                | не оброблене зерно                   | 30,0                      | 24,0    |
| 48                                      | 1                                    | 11,5                      | 10,6    |
| 96                                      | 1                                    | 12,3                      | 10,8    |
| 144                                     | 1                                    | 12,0                      | 13,0    |

Згідно з отриманими даними простежується тенденція до зниження активності росту колоній гриба, виділеного із заражених зерен ячменю після того, як обробили це зерно озono-повітряною сумішшю. Так, діаметр колоній росту гриба *Aspergillus flavus* із зерна ячменю був меншим від контролю у 2,4-2,6 рази, так як становив 11,5-12,3 мм проти 30,0 мм на контролі. Щодо зменшення діаметру колоній гриба, виділеного із оброблених озonom зерен пшениці відмічено його зменшення у 1,8-2,3 рази (24,0 мм на контролі та 10,6-13,0 мм у варіантах обробки зерна).

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про здатність озono-повітряних сумішей обмежувати розвиток грибної інфекції на зернових масах під час їх зберігання на елеваторах.

**Висновки.** На зерні пшениці та ячменю в період вегетації рослин формується різноманітна мікрофлора, в основному грибної етіології, яка викликає пліснявіння зерна за сприятливих для хвороботворних мікроорганізмів умов при його зберіганні. В умовах східної частини Лісостепу України в 2016 році на зернових пробах пшениці виявлено прояв таких грибів як *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, на зерні ячменю – *Alternaria*, *Helmintosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Загальна зараженість зерна в природних умовах складала біля 60 %, з яких основну частку становив альтернаріоз (55,0 % на зерні пшениці та 57,0 % – ячменю). Прояв фузаріозу був у межах 3,5 % лише на зерні пшениці, а пеніцильозу – 2,0 % на пшениці і 0,5 % – на ячмені, аспергіл – 0,1 % і 0,2 % відповідно на пшениці і ячмені.

Установлено ефективну дію озono-повітряних сумішей на розвиток патогенних організмів *Aspergillus flavus* та *Penicillium nordicum* у чистій культурі при вирощуванні на штучному живильному середовищі (КГА).

Летальну дію на триденну культуру *Aspergillus flavus* забезпечувала доза озону 0,1 г/м<sup>3</sup> упродовж 48 годин та 72 годин, на семиденну – 0,04 г/м<sup>3</sup> з експозицією 72 години та 0,1 г/м<sup>3</sup> 24 години. Життєздатність триденної культури *Penicillium nordicum* була пригнічена концентрацією озону 0,04 г/м<sup>3</sup> упродовж 72 годин та 0,1 г/м<sup>3</sup> 48 годин, а семиденну 0,04 г/м<sup>3</sup> і 0,1 г/м<sup>3</sup> за однакової експозиції 24 години.

На пробах зараженого зерна як *Aspergillus flavus*, так і *Penicillium nordicum* ефективний вплив на пригнічення розвитку інфекції установлено дозою озону в 1 г/м<sup>3</sup> при експозиції 72 години.

Таким чином, летальна дія озono-повітряної суміші на патогенну мікрофлору зерна пшениці і ячменю, яка визначена нами в умовах лабораторії, свідчить про можливість використання даної технології при зберіганні зерна на елеваторах.

### Список використаних джерел

1. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні. В. Ф. Петриченко, М. Д. Безуглий, В. М. Жук, О. О. Іващенко – К.: Аграр. Наука, 2012. – 48 с.
2. Трибель С. О., Ретьман С. В., Борзих О. І., Стригун О. О. за ред. С. О. Трибеля Стратегічні культури. Київ: Фенікс, Колообіг. 2012. 368 с.
3. ДСТУ 3768-2010 «Пшениця. Технічні умови». К.: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.
4. Плотникова Л. Я. Иммуниетет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям. Под ред. Ю. Т. Дьякова. М.: Колосс. 2007. 359 с.
5. Станкевич Г. М., Бабков А. В. Озон в технологіях обробки та зберігання зерна пшениці. Монографія. 2015. 268 с.
6. Герунова Л. К., Педдер В. В., Симонова И. А., Бойко Т. В., Набока М. В., Надей Е. В. Обоснование возможности детоксикации кормов, контаминированных микотоксинами, с применением озон / NO-технологий. Омский научный вестник. № 1 (118). 2013. С. 204-208.
7. Методы экспериментальной микологии: справочник. Под ред. В. И. Билай. Киев «Наукова думка». 1982. 552 с.
8. Петренкова В. П., Черняева І. М., Маркова Т. Ю., Чернобай Л. М., Боровська І. Ю., Сокол Т. В. Насіннева інфекція польових культур. Харків. 2004. 56 с.

### References

1. A new strategy for cereal and oil crop production in. VF Petrychenko, MD Bezuglyi, VM Zhuk, OO Svaschenko. K.: Agrar. nauka, 2012. 48.
2. Trybel SO, Re`man SV, Borzykh OI, Strygun OO. Strategic crops. Kyiv: Phenix, Koloobig. 2012. 368.
3. State standard of Ukraine 3768-2010 «Wheat. Technical requirements». K.: Derzspozyvstandart Ukr., 2010. 14.
4. Plotnikova LYa. Plant immunity and breeding for resistance to diseases and pests. Ed. by YuT Dyakova. M.: Kolos. 2007. 359.
5. Stankevich GM, Babkov AV. Ozone in treatment and storage technologies of wheat grain. Monography. 2015. 268.
6. Gerunova LK, Pedeer VV, Simonova IA, Boiko TV, Naboka MV, Nadey EV. Justification of a possibility to detoxicate fodder contaminated with mycotoxins using ozone/NO-technologies. Omskiy nauchnyi vestnik. № 1 (118). 2013. 204-208.
7. Methods of experimental mycology: reference book. Ed. by VI Bilay. Kiev. «Naukova dumka». 1982. 552.
8. Petrenkova VP, Chernyaeva IM, Markova TYu, Chernobay LM, Borovska IYu, Sokol TV. Seed infections of field crops. Kharkiv. 2004. 56.

### ОГРАНИЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ НА ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОЗОНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

<sup>1)</sup>Петренкова В. П., <sup>1)</sup>Сокол Т. В., <sup>1)</sup>Боровская И. Ю.  
<sup>2)</sup>Таран Г. В., <sup>2)</sup>Пугач С. <sup>2)</sup>Г., <sup>2)</sup>Замуриев А. А., <sup>2)</sup>Опалев П. О.  
<sup>1)</sup> Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН  
<sup>2)</sup> ННЦ Харьковский физико-технический институт НАН

*Ключевые слова: озono-воздушная смесь, плесневые грибы, пшеница, ячмень, летальное действие, фитозэкспертиза*

Среди плесневых микроорганизмов, которые в настоящее время встречаются на зерне, особо опасными являются грибы из рода *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*. Поэтому ограничение развития грибной инфекции на зерне во время его хранения на элеваторах является важным приемом минимизации содержания микотоксинов в продовольственных партиях зерновых масс.

**Цель и задачи исследований.** Цель исследований – определение влияния озono-воздушной смеси на развитие грибов родов *Aspergillus* и *Penicillium* в чистой культуре и на зерне пшеницы и ячменя при искусственном их заражении. Для этого определяли патогенность штаммов грибов *Aspergillus flavus* и *Penicillium nordicum*; анализировали зерновую массу на наличие природной инфекции; определяли концентрацию озона и экспозицию действия на ограничение роста мицелия грибов как в чистой культуре, так и на искусственно зараженном зерне пшеницы и ячменя спорами *Aspergillus flavus* и *Penicillium nordicum*.

**Методика исследований.** Опыты проводили в условиях лаборатории иммунитета растений к болезням и вредителям Института растениеводства им. В. Я. Юрьева. Использовали методы чистых культур для выделения и пересева грибов, анализ зерна для выявления внешней инфекции, микроскопии для определения рода грибов. Чистые культуры грибов и зараженное зерно обрабатывали в ННЦ ХФТИ НАН на приборе «Ozone-agro 1 L». Варианты обработки чистой культуры грибов озono-воздушной смесью включали следующие концентрации озона: 0,04 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, 0,1 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, 0,5 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> с экспозицией действия 4, 24, 48, 72, 168 часов. Зараженное зерно обрабатывали концентрацией озона 1 г О<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> с экспозицией 2, 4, 8, 72 часа.

**Результаты исследований.** При определении патогенных свойств *Aspergillus flavus* и *Penicillium nordicum* выявлено, что они развиваются на зерне по разному. Так, выявлена высокая способность *Aspergillus flavus* к заражению (88 % зараженного зерна ячменя та 90 % зараженного зерна пшеницы) и низкая (соответственно 7,75 % и 8,5 %) *Penicillium nordicum*.

При воздействии озono-воздушной смесью на чистые культуры исследуемых грибов выявлено, что летальное действие на трехдневную культуру *Aspergillus flavus* оказывала концентрация озона 0,1 г/м<sup>3</sup> в течение 48 часов и 72 часов, на семидневную культуру – 0,04 г/м<sup>3</sup> с экспозицией 72 часа и 0,1 г/м<sup>3</sup> – 24 часа. Жизнеспособность трехдневной культуры *Penicillium nordicum* была подавлена концентрацией озона 0,04 г/м<sup>3</sup> в течение 72 часов и 0,1 г/м<sup>3</sup> – 48 часов, а семидневную подавляла концентрация озона 0,04 г/м<sup>3</sup> и 0,1 г/м<sup>3</sup> при одинаковом воздействии 24 часа.

На пробах искусственно зараженного зерна как *Aspergillus flavus*, так и *Penicillium nordicum* выявлено угнетение развития инфекции при обработке дозой озона 1 г/м<sup>3</sup> в течение 72 часов.

**Выводы.** В результате проведенных исследований выявлено подавляющее действие озono-воздушной смеси на развитие патогенных микроорганизмов *Aspergillus flavus* и *Penicillium nordicum* как в чистой культуре, так и на зерне пшеницы и ячменя.



## LIMITING THE DEVELOPMENT OF MOLD FUNGI IN WHEAT AND BARLEY GRAIN WITH OZONE-AIR MIXTURES

<sup>1)</sup>*Petrenkova VP, <sup>1)</sup>Sokol TV, <sup>1)</sup>Borovska IYu*  
<sup>2)</sup>*Taran HV, <sup>2)</sup>Puhach SH, <sup>2)</sup>Zamuriev AA, <sup>2)</sup>Opalev PO*  
<sup>1)</sup> Plant Production Institute named after VYa Yuriev  
<sup>2)</sup> NSC “Kharkiv Institute of Physics and Technology” of NAS

Key words: ozone-air mixture, mold fungi, wheat, barley, lethal effect, expert phytoevaluation

Fungi of the genere *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* are especially dangerous among mold microorganisms that currently occur in grain. Therefore, limiting the development of fungal infection in grain during its storage at elevators is an important technique to minimize mycotoxin contents in food batches of grain masses.

**Goal and Objectives.** The research goal was to determine the effect of ozone-air mixture on the development of fungi belonging to the genera *Aspergillus* and *Penicillium* in pure cultures and in artificially infected wheat and barley grain. To accomplish this, the pathogenicity of the fungal strains *Aspergillus flavus* and *Penicillium nordicum* was determined; grain mass was analyzed for natural infection; the ozone concentration and exposure restricting mycelial growth of fungi were determined both in pure culture and in wheat and barley grain artificially that was infected by *Aspergillus flavus* and *Penicillium nordicum* spores.

**Methods.** The experiments were conducted in the conditions of the Laboratory of Plant Immunity against Diseases and Pests of the Plant Production Institute named after VYa Yuriev. Methods of pure cultures were used to isolate and subcultivate fungi. Grain was analyzed for external infection. The genus of fungi was determined microscopically. Pure cultures of fungi and infected grain were treated using a device "Ozone-Agro 1 L" at the NSC KIPT NAS. The variants of treatment of pure fungal cultures with an ozone-air mixture were as follows: ozone concentrations 0.04 g O<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, 0.1 g O<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, and 0.5 g O<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> with exposure 4, 24, 48, 72, and 168 hours. Infected grain was exposed to 1 g of O<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> for 2, 4, 8, or 72 hours.

**Results.** Determining the pathogenic properties of *Aspergillus flavus* and *Penicillium nordicum*, we observed that they developed in grain in different ways. Thus, a high ability of *Aspergillus flavus* to infect (88% of infected barley grain and 90% of infected wheat grain) and a low infectability of *Penicillium nordicum* (7.75% and 8.5%, respectively) were revealed.

When pure cultures of the test fungi were exposed to ozone-air mixture, it was found that the ozone concentration of 0.1 g/m<sup>3</sup> for 48 hours and 72 hours had a lethal effect on three-day culture of *Aspergillus flavus*; 72-hour exposure to 0.04 g/m<sup>3</sup> and 24-hour exposure to 0.1 g/m<sup>3</sup> exerted lethal effects on seven-day culture. The viability of three-day *Penicillium nordicum* culture was suppressed by the ozone concentrations of 0.04 g/m<sup>3</sup> for 72 hours and 0.1 g/m<sup>3</sup> for 48 hours, while seven-day one was suppressed by 24-hour exposure to the ozone concentrations of 0.04 g/m<sup>3</sup> and 0.1 g/m<sup>3</sup>.

In samples of artificially infected grain, both *Aspergillus flavus* and *Penicillium nordicum* were found to be suppressed by 1 g/m<sup>3</sup> for 72 hours.

**Conclusions.** The study showed that ozone-air mixtures had inhibiting effects on the development of pathogenic microorganisms *Aspergillus flavus* and *Penicillium nordicum* both in pure cultures and in wheat and barley grain.