

- of soybean plants by nifH gene analysis method]. *Mikrobiologiya – Microbiology*, 81, 5, 672–681 [in Russian].
10. Frank den Hond, Peter Groenewegen & Nico M. van Sraalen (Ed.). (2003). *Pesticides: Problems, Improvements, Alternatives*. Oxford: Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing Company [in English].
11. Yamborko, N.A., Iutynska, G.O., Pindrus, A.A. (2013). Bakterialny preparat Biorem dlya destruktivnoy heksahlorotsykloheksanu u hrunti [Bacterial preparation Biorem for hexachlorocyclohexane degradation in soil]. *Patent Ukrainy – Patent of Ukraine*, 102125, 11 [in Ukrainian].
12. Tashyreva, A., Tashyrev, O. & Prytula, I. (2014). The novel comprehensive approach for non-food agricultural and landfill biomass microbial fermentation and biogas production. *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives*. Behl, R.K. & Arseniuk, E. (Ed); Agrobios International Publishers [in English].

УДК 581.2:582.22:63:576.3

## СОРТ РОСЛИН ЯК ЧИННИК БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В АГРОЦЕНОЗАХ УКРАЇНИ

А.І. Парфенюк

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Встановлено шляхи контролю грибового фітопатогенного фону в агроценозах за допомогою сорту рослин — потужного біотичного екологічного чинника. Висвітлено механізм впливу сорту на чисельність інфекційних структур грибів, що формують рівень безпеки вирощування рослинної продукції. Доведено необхідність активізації біоценотичних методів регуляції чисельності популяцій фітопатогенних грибів у агроценозах.*

**Ключові слова:** *грибний фітопатогенний фон, сорт рослин, агроценози, біологічна безпека, мікроміцети.*

Одним з основних чинників деградації, опустелювання земель та зменшення біорізноманіття є надмірний, часто науково не обґрунтований, антропогенний вплив на агроєкосистеми, що спричиняє інтенсивне забруднення навколишнього природного середовища. Відомо, що культурні рослини, які характеризуються високою стійкістю до фітопатогенних мікроорганізмів, зумовлюють значний селективний тиск на їх популяції, що призводить до відбору патогенних та агресивних форм. Сильно сприйнятливі рослини забезпечують швидкий ріст чисельності популяцій фітопатогенів. Крім того доведено, що незалежно від стійкості до хвороб, деякі сорти культурних рослин можуть підвищувати репродуктивну здатність патогенних

мікроміцетів, що призводить до істотного зростання інтенсивності фітопатогенного фону — чинника біологічного забруднення агроєкосистем.

Вирощування таких рослинних угруповань на виробничих посівах потребує посиленого їх захисту від хвороб. Це підвищує собівартість продукції рослинництва та створює проблему хімічного забруднення агроєкосистем або посилює їх біологічне забруднення внаслідок необґрунтованого застосування біологічного захисту рослин. У підсумку знижується якість як рослинної, так і тваринної продукції. Тому розроблення теоретичних та методичних основ контролю мікробіоти рослинними угрупованнями для управління біологічною безпекою агроєкосистем є доволі актуальною проблемою. Наукові дослідження у цьому напрямі проводяться

© А.І. Парфенюк 2017

в Інституті агроєкології і природокористування НААН із 2005 р. Відомо, що в основі імунологічного методу захисту рослин як альтернативи хімічному лежать властивості сорту рослин. Стійкий до фітопатогенних грибів сорт, особливо створений шляхом генетичного модифікування, є чинником селективного тиску на популяції фітопатогенних грибів за ознаками «патогенності» і «агресивності», а сприйнятливий — потужним чинником підвищення їх чисельності. Вони значною мірою впливають на якісні та кількісні показники фітопатогенного фону, що спричиняє небезпечні ситуації в агроценозах.

Розроблено методологію оцінювання сорту як біотичного екологічного чинника, що впливає на формування фітопатогенного фону, інтенсивність якого визначає рівень безпеки вирощування рослинної продукції. В основу розробленої методології покладено концепцію фітосанітарної оптимізації агроєкосистем, яка базується на принципах максимальної активізації біоценотичних методів регуляції чисельності популяцій шкідливих організмів на основі широкого використання природних ресурсів [1]. За згаданою концепцією рослини є основною складовою агроєкосистеми, а сорт сільськогосподарських рослин, з його морфологічними та фізіолого-біохімічними ознаками є потужним чинником формування структури мікробіоценозу, його кількісного і якісного складу. Рослини і мікроорганізми співіснують у складних екологічних зв'язках. Відомо, що в умовах високої щільності популяцій мікроби-антагоністи забезпечують стійкість екологічних зв'язків у мікробіоті рослин і здатні ефективно захищати їх від зараження збудниками хвороб різної етіології.

Біохімічними механізмами проникнення фітопатогенних мікроорганізмів у рослини є: фітотоксини, гормони росту, ферменти, речовини, що закупорюють судини, речовини, що впливають на накопичення первинних метаболітів у рослин [2–4]. Якщо фітотоксини пригнічують розвиток ценопопуляцій, то гормони фітопатогенних мікроорганізмів змінюють метаболізм рос-

лин, що фенотипічно проявляється у швидкому рості трав'янистих форм у довжину. Ферменти патогенів руйнують клітинні оболонки рослин, модифікують і руйнують компоненти цитозоля. Своєю чергою за впливу агресивності мікроорганізмів рослини продукують різні захисні сполуки: постінгібітини, фітоалексини, PR-білки (pathogenesis-related proteins) і пептиди [5, 6]. За дії фітопатогенних мікроорганізмів на рослину постінгібітини модифікуються за допомогою спеціальних рослинних ферментів у фунги- або бактеріотоксини. Синтез фітоалексинів активізується під дією еліситорів. Утворення захисних білків індукуються або посилюються за дії на рослину патогенів.

З огляду на це, низка авторів припускають, що екологічна взаємодія рослин і патогенів зазнала складної коєволюції на молекулярному рівні. Рослини в процесі еволюції виробляли дедалі активніші постінгібітини, фітоалексини, PR-білки і пептиди, а також реакції надчутливості, а фітопатогени — ефективніші біохімічні механізми протистояння захисним сполукам рослин. Поряд із тим головним чинником зв'язку патогену і рослини живителя на ранніх стадіях їх взаємодії є характер адгезійних контактів партнерів та морфологічні особливості первинних інфекційних структур патогену та їх мінливість [7].

Еволюція взаємодії фітопатогенних грибів і рослин-живителів призвела до того, що біотрофні гриби-ендобіоти існують завдяки модифікованій цитоплазматичній мембрані клітин рослини стосовно транспорту метаболітів і біосинтезу клітинної стінки [8]. Це сприяє забезпеченню збалансованої взаємодії грибів *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Zygomycetes*, *Oomycetes* і рослин-живителів.

Взаємозв'язки грибів та рослин є давніми та різноплановими. Вони зводяться до двох головних типів: взаємодії грибів з живими рослинами і деструкції рослинних решток. Паралельно виникли й інші асоціації з рослинами біотрофних і некротрофних фітопатогенів. Унаслідок коєволюції вони стали джерелами ендемічних хвороб,

що завжди спостерігаються в рослинних популяціях. Серед численних вивчених механізмів толерантності рослин до збудників ендемічних хвороб важливу роль відіграє високий поліморфізм, що значною мірою обумовлюється співіснуванням з грибними паразитами.

Механізми стійкості до ендемічних хвороб виробилися як результат сполученої еволюції. Види рослин, що не еволюціонують разом із паразитами, потрапляючи в нову екологічну нішу, значно потерпають від ендемічних хвороб. Отже, вищий і нижчий організми (рослина і патогенний гриб) складають цілісну систему, де обидва види перебувають у стані рівноваги лише за певних умов, зміна яких може зрушити цю збалансованість, найчастіше, на користь паразита. Нестабільність природних умов спричиняє тимчасові флуктуації, а антропогенні дії — незворотні наслідки. Наприклад, орне землеробство, що передбачає внесення добрив, різко змінює співвідношення різних груп мікроорганізмів у ґрунті, в основному, на користь фітопатогенних мікроорганізмів. Знижується чисельність мікоризоутворювальних і сапротрофних грибів — антагоністів фітопаразитів. Зниження фітоценологічного і популяційного різноманіття рослин в агроценозах, порівняно з природними ценозами, зумовлює масове накопичення вірулентних штамів фітопатогенів.

Селекція на стійкість — найефективніший та екологічно безпечний метод захисту культурних рослин, що стримує розвиток їх хвороб на економічно допустимому рівні. Поряд із тим переваги багатьох стійких сортів є короткочасними, адже під час їх виробництва виникають нові типи фітопатогенних мікроорганізмів, які долають створену стійкість. Швидкість, з якою це відбувається, залежить не тільки від мінливості паразита, але і від механізму стійкості рослини-живителя. Сорти, що втратили стійкість, стають резерваторами високопатогенних рас і штамів фітопатогенних мікроорганізмів, які розмножуючись, можуть спричиняти епіфітотії. Тому поряд із існуючою концепцією «Селекція

на стійкість до хвороб. Імунітет рослин», за якою проводять селекцію нових сортів культурних рослин на стійкість до хвороб та шкідників, необхідно розвивати концепцію впливу сорту на інтенсивність та форми фітопатогенного фону в агрофітоценозах.

У природі популяції видів мікроорганізмів є гетерогенними і складаються із особин, які перебувають у різних співвідношеннях активних стадій розвитку і спокою [9, 10]. Регулювання співвідношення вірулентних і авірулентних штамів за допомогою сорту рослин дає можливість ефективно здійснювати біологічний контроль фітопатогенних мікроорганізмів.

Встановлено, що на лініях пшениці з високою стійкістю патогени інтенсивно утворюють структури у стадії спокою: склероції, хламідоспори, спори і конідії. Наприклад, види роду *Fusarium* на стійких лініях злаків інтенсивно утворюють мікроконідії і майже не утворюють міцелію [11]. Рівень стійкості сорту пшениці є одним із головних чинників, що сприяє утворенню нових біотипів і рас збудника бурої листової іржі [12]. Стійкі рослини виявляють істотний вплив на зміну типу харчового статусу життєздатності спор збудника фузаріозу пшениці. Встановлено, що рослини стійких сортів сої продукують найбільш патогенні штами *Fusarium oxysporum*. Це призводить до активної зміни структури популяції грибів у бік домінування патогенних форм [13].

Отже, сорт рослин є основною складовою частиною біологічного контролю фітопатогенних мікроорганізмів. Тому в процесі досліджень 2005–2015 рр. в Інституті агроєкології і природокористування НААН було розроблено методологію оцінювання сорту як екологічного чинника біологічного контролю збудників основних хвороб сільськогосподарських культур в агроценозах. До складу методології входить перелік методичних прийомів та положень, що враховують механізми взаємодії рослини-живителя і патогену в єдиній системі «рослина — патоген — середовище», що забезпечує виявлення сортів рослин, здат-

них стримувати споруляцію фітопатогенних грибів на екологічно безпечному рівні впродовж вегетаційного періоду [14, 15]. За використання розробленої методології виявлено, що серед комплексу фітопатогенних мікроорганізмів на сортах культурних рослин пшениці озимої, соняшнику, буряку столового, моркви, огірка, перцю солодкого, цибулі ріпчастої та часнику значне місце займають гриби некротрофного типу живлення, які належать до родів *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Pseudocercospora*, *Drechslera*, *Peronospora*, *Sclerotinia*, *Botrytis*. Вони утворюють низку інфекційних структур (міцелій, конідії, аскоспори), що створюють інфекційний фон упродовж вегетації рослин, та структури в стадії спокою (склероції, мікросклероції, хламідоспори, пікніди), які тривалий час зберігаються в ґрунті і є потужним чинником біологічного забруднення агрофітоценозів [16, 17].

Встановлено, що за впливу сортів культурних рослин, залежно від фази їх онтогенезу, істотно змінюється інтенсивність пропагулоутворення грибів некротрофного типу живлення, що може спричиняти посилення або послаблення рівня фітопатогенного фону в агрофітоценозах. Імунологічні реакції культурних рослин як відповідь на зараження фітопатогенними грибами не є зумовленими інтенсивністю спорування і не можуть бути маркером цієї ознаки. Виявлено диференційований вплив сортових особливостей культурних рослин на інтенсивність спорування фітопатогенних грибів. Поряд із тим відомо, що за концентрації конідій факультативних грибів-паразитів у межах 1 млн од./мл може відбуватись 100% ураження рослин. Тому ми прийняли цю концентрацію за показник екологічного ризику, відповідно до якого тестовані сорти рослин перцю солодкого було розділено на дві групи: до першої групи увійшли сорти, на яких інтенсивність спорування була у межах 0,1–1 млн од./мл, а до другої — сорти, на рослинах яких інтенсивність спорування варіювала у межах 1–6 млн од./мл. Вирощування рослин цих сортів спричиняє виникнення ризиків біологічного за-

бруднення агроценозів. Визначення інтенсивності спорування фітопатогенних грибів на різних органах рослин дало змогу розподіляти сорти пшениці озимої, перцю солодкого, огірка, моркви, цибулі ріпчастої, часнику на дві екологічні групи: перша група — екологічної безпеки, друга — екологічного ризику.

Фізіолого-біохімічні особливості рослин, які належать до групи екологічної безпеки, здатні пригнічувати формування чисельності популяцій фітопатогенних грибів, що дає можливість знижувати інтенсивність їх хімічної обробки. Рослини, що належать до групи екологічного ризику, сприяють стимуляції спорування фітопатогенних грибів упродовж вегетаційного періоду, що призводить до інтенсивного зараження рослин та збільшення чисельності популяцій грибів. Під час вегетації рослин такі сорти потребують інтенсивного хімічного захисту [18, 19].

У процесі фундаментальних досліджень встановлено, що фізіологічно активні речовини рослин, зокрема аскорбінова кислота, глутатіон, фітонциди, цукри, коліни, макро- і мікроелементи та ендофітна мікробіота, асоційована з рослинами, зумовлюють споруляцію фітопатогенних грибів, інтенсивність якої залежить від сорту рослин. На підставі цього їх можна вважати одним із механізмів впливу сорту рослин на інтенсивність формування грибного фітопатогенного фону в агрофітоценозах [20, 21].

За результатами багаторічних досліджень встановлено обернену лінійну кореляційну залежність інтенсивності споруляції фітопатогенних грибів від вмісту аскорбінової кислоти та глутатіону в рослинах різних сортів сільськогосподарських культур. Підвищений вміст глутатіону, навіть за умови зниження вмісту аскорбінової кислоти, в рослинах може слугувати ознакою пригнічувальної дії сорту на репродуктивну здатність мікроміцетів. Зміна рівня спорування фітопатогену в рослинах різних сортів залежить від концентрації та комплексної дії цих двох сполук (рис. 1 — а, б) [22].

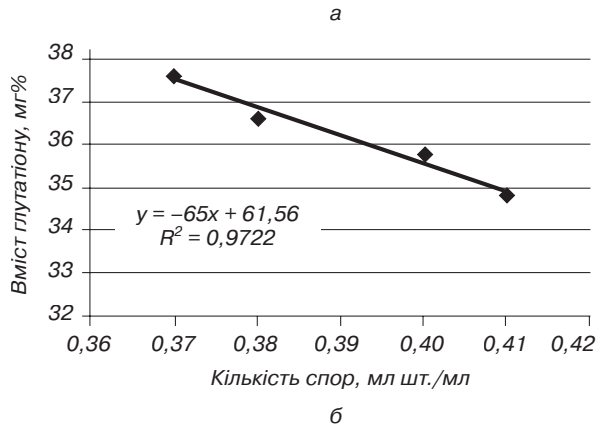
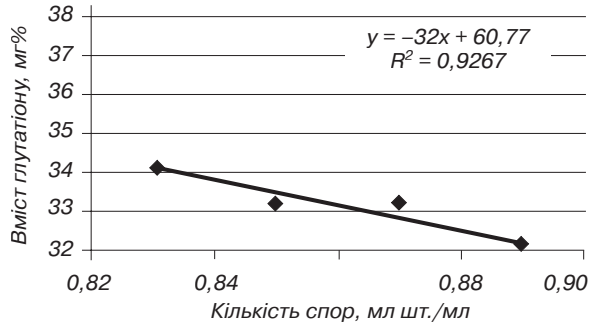
Доведено, що екзометаболіти і сік рослин, які належать до групи екологічного ризику, позитивно впливають на ріст і розвиток міцелію фітопатогенних мікроміцетів та інтенсивність спороутворення порівняно із сортами, які належать до групи екологічної безпеки [23].

Ендофітні бактерії *Micrococcus luteus* і *Methylobacterium radiotolerans* мають здатність підвищувати стійкість сортів культурних рослин до збудників хвороб та істотно пригнічувати їх спороутворення [23]. Встановлено диференційований характер контамінації рослин різних сортів за штучного інокулювання бактеріями та різний їх вплив на формування колонієутворювальних одиниць (КОУ) ендофітної бактерії (табл. 1).

Проведені дослідження дають змогу зрозуміти механізми взаємодії сортів рослин з фітопатогенними грибами і можливість характеризувати сорт як екологічний чинник, що запобігає біологічному забрудненню агрофітоценозів.

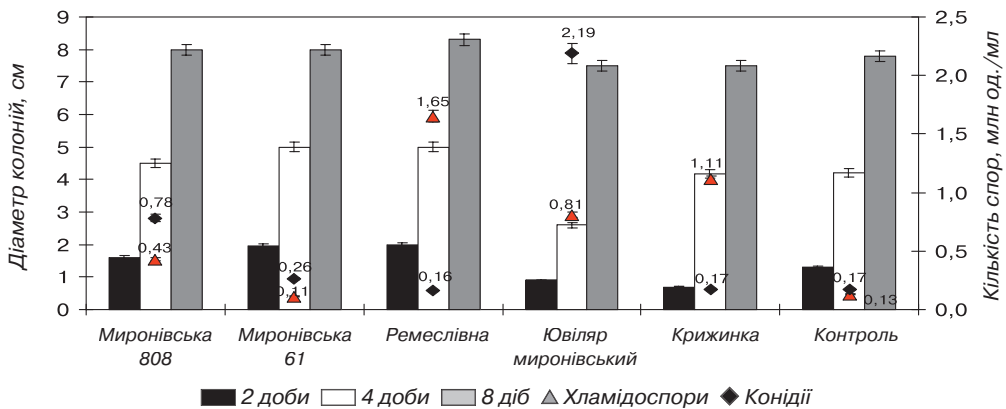
Вивчали вплив бактерії *M. radiotolerans* на спороутворення фітопатогенного гриба *F. gibozum* на різних сортах буряку столового (табл. 2).

Протестовано уражені фузаріозом рослини, які належать до семи різних сортів. За



**Рис. 1.** Кореляційна залежність між вмістом глутатіону в рослинах сортів пшениці озимої та інтенсивністю спороутворення гриба *F. oxysporum* [22]: а) Крижинка, б) Ремеслівна

впливом на рівень спороутворення сорти було розділено на дві групи. До пер-



**Рис. 2.** Вплив ексудатів проростків різних сортів пшениці озимої на репродуктивну здатність ізолятів *F. oxysporum* [23]

Таблиця 1

**Вплив ендоефітних бактерій на ріст і розвиток *F. gibozum* на рослинах пшениці (сорт Крижинка)**

| Назва варіанта   | Інтенсивність розвитку міцелію, бал | Чисельність конідій <i>F. gibozum</i> , од./мл |
|--|-------------------------------------|--|
| Рослини, інокульовані суспензією конідій <i>F. gibozum</i> (контроль)    | 2,4                                 | $2,8 \cdot 10^5 \pm 0,16$                      |
| Рослини, контаміновані <i>M. radiotolerans</i> + <i>F. gibozum</i>       | 2,0                                 | $0,91 \cdot 10^5 \pm 0,19$                     |
| Рослини, контаміновані <i>M. luteus</i> + <i>F. gibozum</i>              | 1,8                                 | $11,4 \cdot 10^5 \pm 0,24$                     |
| Рослини, контаміновані <i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>F. gibozum</i> | 1,6                                 | $3,2 \cdot 10^5 \pm 0,11$                      |

Таблиця 2

**Вплив ендоефітних бактерій на ріст і розвиток *F. gibozum* на проростках різних сортів буряку столового**

| Сорт, назва            | Чисельність спор, млн од./мл |                |
|------------------------|------------------------------|----------------|
|                        | <i>M. radiotolerans</i>      | Контроль       |
| Делікатесний           | $0,8 \pm 0,04$               | $1,2 \pm 0,06$ |
| Зміна                  | $2,8 \pm 0,04$               | $4,8 \pm 0,04$ |
| Ліко                   | $1,2 \pm 0,06$               | $4,8 \pm 0,04$ |
| Сквирський двонасінний | $0,8 \pm 0,04$               | $2,6 \pm 0,5$  |
| Дій                    | $6,2 \pm 0,06$               | $1,8 \pm 0,04$ |
| Багрянний              | $4,0 \pm 0,03$               | $1,6 \pm 0,08$ |
| Бордо харківський      | $8,6 \pm 0,2$                | $2,8 \pm 0,24$ |

шої ввійшли: Делікатесний, Зміна, Ліко, Сквирський двонасінний. На рослинах сортів Зміна і Ліко, контамінованих метиловобактерією, чисельність конідій *F. gibozum* зменшувалась у середньому у 2–2,5 рази, а на сорті Сквирський двонасінний у – 3,25 рази порівняно із контролем. Натомість на рослинах сортів другої групи, контамінованих метиловобактерією, спостерігалось підвищення інтенсивності спорування *F. gibozum* у 2–3 рази порівняно із контролем.

Отже, ендоефітні бактерії *M. luteus* і *M. radiotolerans*, що виділяються із рослин різних за стійкістю до грибних хвороб культурних сортів, можуть стимулювати або пригнічувати конідієутворення *F. gibozum*. Це дає підстави припускати, що мікро-

організми цього ряду можуть контролювати вплив сорту на формування грибного фітопатогенного фону в агрофітоценозах.

Біологічні особливості культурних рослин сортів першої екологічно безпечної групи можуть не тільки стримувати інтенсивність спорування фітопатогенних грибів, але й знижувати їхню фітотоксичну активність. Встановлено, що за взаємодії культурних рослин із фітопатогенними мікроміцетами відбуваються адаптивні процеси в їх життєвому циклі до певного сорту в агроценозі. Це обумовлює зміну стратегії і тактики розвитку фітопатогенних грибів. У агроценотичних популяціях рослин екологічно безпечних сортів популяції грибів можуть переходити до К-життєвої стратегії, тобто інтенсивно утворювати вегетатив-



ні спочиваючі структури (хламідоспори). Вони забезпечують збереження виду, але стримують формування фітопатогенного фону на екологічно безпечному рівні. А за взаємодії із рослинами сортів групи екологічного ризику інтенсивно формують активні пропативні структури, що здатні уражувати рослини і спричиняти патологічний процес. Це свідчить про перевагу г-стратегії гриба. Отримані результати досліджень засвідчують, що зміна стратегії розвитку фітопатогенних грибів за впливу рослин різного селекційного походження також є показником екологічного оцінювання сорту рослин [23].

### ВИСНОВКИ

Проведені дослідження свідчать, що сорт рослин, за взаємодії із фітопатогенними грибами, може бути як потужним чинником істотного підвищення біологічного забруднення в агроценозах, так і значного

його зниження. Це обумовлено значним впливом на інтенсивність пропативування грибів сорту рослин завдяки його фізіологічно активним речовинам, зокрема, аскорбіновій кислоті, глутатіону, фітонцидам, цукрам, колінам, макро- і мікроелементам, а також ендofітній мікробіоті, асоційованій з рослинами. Вказані фізіолого-біохімічні показники сорту рослин обумовлюють диференційований вплив сортів культурних рослин на інтенсивність спорування фітопатогенних грибів. На підставі цього сорти рослин розділяють на дві групи: екологічної безпеки та екологічного ризику. Біологічні особливості культурних рослин сортів екологічно безпечної групи, на відміну від групи екологічного ризику, можуть не тільки стримувати інтенсивність спорування фітопатогенних грибів у агроценозах, але й знижувати їх фітотоксичну активність.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. Екологічна безпека агропромислового виробництва / О.В. Шерстобоева, А.Л. Бойко, А.І. Парфенюк та ін.; за ред. О.І. Фурдичка. — К.: ДІА, 2012. — 352 с.
2. Берестецкий О.А. Изучение фитотоксических свойств микроскопических грибов / О.А. Берестецкий // Методы экспериментальной микологии: Справочник. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 321–324.
3. Diaz J. The role of ethylene and wound signaling in resistance of tomato to *Botrytis cinerea* / J. Diaz, A. Kan // Plant Physiology. — 2002. — Vol. 129. — P. 1341–1351.
4. Henson J.M. DNA hybridization and polymerase chain reaction (PCR) tests for identification of *Gaeumannomyces*, *Phialophora* and *Magnaporthe isolates* / J.M. Henson // Mycological Research. — 1992. — No. 96. — P. 629–636.
5. Ryu J.G. Mycotoxins produced by *Fusarium isolates* from barley in / J.G. Ryu // Korean Journal of Plant Path. — 1990. — No. 6. — P. 21–27.
6. Isolation of ethylene-insensitive soybean mutants that are altered in pathogen susceptibility and gene-for-gene disease resistance / T. Hoffman J., S. Schmidt, X. Zheng [et al.] // Plant Physiol. — 1999. — No. 119. — P. 935–950.
7. Hollins T.W. Morphology, benomyl resistance and pathogenicity to wheat and rye of isolates of *Pseudocercospora herpotrichoides* / T.W. Hollins // Plant Pathology. — 1985. — No. 34. — P. 36–379.
8. Ризиктоніоз зернових культур / Л.Л. Дорофеева, К.Д. Титова, В.В. Павлова и др. // Микология и фитопатология. — 1996. — Т. 30. — Вып. 2. — С. 52–55.
9. Великанов Л.Л. Эволюция покоящихся стадий у грибов / Л.Л. Великанов // Микология и фитопатология. — 1980. — № 3. — С. 256–259.
10. Веденяпина Е.Г. Популяции *Phytophthora cinnamomi* в почвах различных фитоценозов / Е.Г. Веденяпина // Микол. и фитопатол. — 1985. — № 19. — С. 322–329.
11. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений / А.А. Жученко. — Кишенев, 1988. — 766 с.
12. Симочко Л.Ю. Екологія мікробного ценозу ґрунту при вирощуванні озимої пшениці на чорноземі глибокому // Агроєкологічний журн. — 2003. — № 3. — С. 27–31.
13. Пузік В.К. Алеропатично активні з'єднання злаків і їх роль у агрофітоценозах / В.К. Пузік. — Х., 2002. — 184 с.
14. Оцінка сортів та гібридів огірка за впливом на чисельність інфекційних структур фітопатогенних грибів: Методичні рекомендації / А.І. Парфенюк, О.В. Шерстобоева, О.М. Стерлікова та ін. — К., 2011. — 16 с.
15. Парфенюк А.І. Методологічні підходи до оцінювання сорту рослин за стійкістю до фітопатогенних грибів та впливом на інтенсивність утворення їх пропативу / А.І. Парфенюк, О.М. Стерлікова, І.В. Безноска // Агроєкологічний журнал. — 2012. — № 3. — С. 90–93.

16. Парфенюк А.І. Сорти сільськогосподарських культур, як фактор біоконтролю фітопатогенних мікроорганізмів в агрофітоценозах / А.І. Парфенюк // Агроекологічний журнал. — 2009. — С. 248–250. — (Спец. випуск).
17. Парфенюк А.І. Сорти буряка столового, як фактор біоконтролю фітопатогенних мікроорганізмів / А.І. Парфенюк, В.М. Кулинич, В.І. Круть. — Там само. — С. 251–253. — (Спец. випуск).
18. Парфенюк А.І. Чисельність фітопатогенних грибів на лінійах та гібридах огірка / А.І. Парфенюк, О.М. Чміль, І.В. Пасинок. — Там само. — С. 254–25.
19. Парфенюк А.І. Вплив сортів і гібридів перцю солодкого на інтенсивність спорування фітопатогенних грибів роду *Fusarium* / А.І. Парфенюк, І.В. Безноско, М.Д. Горган // Науковий вісник НУБіП. — 2012. — Вип. 178. — С. 59–64.
20. Стерлікова О.М. Формування популяцій фітопатогенних грибів під впливом сортів та гібридів огірка в агрофітоценозах: Автореф. дис. ... канд. біол. наук за спеціальністю 03.00.16 — екологія / О.М. Стерлікова. — К., 2013. — 24 с.
21. Безноско І.В. Роль аскорбінової кислоти і цукрів у взаємодії сортів перцю солодкого та мікроміцету *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) / І.В. Безноско // Агроекол. журнал. — 2013. — № 4. — С. 130–132.
22. Благініна А.А. Екологічні особливості взаємодії генотипів пшениці та патотипів фітопатогенних грибів: Автореф. дис. ... канд. біол. наук за спеціальністю 03.00.16 — екологія / А.А. Благініна. — К., 2014. — 24 с.
23. Благініна А.А. Вплив метаболітів рослин різних сортів пшениці озимої на інтенсивність пропагулоутворення грибів *Fusarium oxysporum* Schlecht. та *Alternaria tenuis* Ness. et Fr. / А.А. Благініна, А.І. Парфенюк // Агроекологічний журнал. — 2013. — № 2. — С. 87–90.
24. Особливості взаємодії бактеріального штаму *Micrococcus luteus* ЛБК1 з рослинами сортів/гібридів огірка та перцю солодкого та грибом *Fusarium oxysporum* Scedt / А. Парфенюк, О. Стерлікова, І. Безноско, В. Круть // Мікробіологічний журнал. — 2014. — № 1. — С. 33–37.

## REFERENCES

1. Sherstoboëva, O.V., Boyko, A.L., Parfenyuk A.I. et al. (2012). *Naukovi osnovy stalogo rozvytku agroecosystem Ukrainy. Ekologichna bezpeka agropromuslovogo vrobniuctva [Scientific basis for sustainable development of agro-ecosystems of Ukraine. Ecological safety agroindustrial production]*. O.I. Furdychko (Ed.). Kyiv: Dia [in Ukrainian].
2. Beresteckiy, O.A. (1982). *Izuchenie fitotoksicheskikh svoystv mikroskopicheskikh gribov [Studying of phytotoxic properties of microscopic fungi]. Metodu experimentalnoy micologii Spravochnik [Methods of experimental mycology: Handbook.]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
3. Diaz, J., Kan, A. (2002). The role of ethylene and wound signaling in resistance of tomato *Botrytis cinerea*. *Plant Physiology*, 129, 1341–1351 [in English].
4. Henson, J.M. (1992). DNA hybridization and polymerase chain reaction (PCR) tests for identification of *Gaeumannomyces*, *Phialophora* and *Magnaporthe isolates*. *Mycological Research*, 96, 629–636 [in English].
5. Ryu, J.G. (1990). Mycotoxins produced by *Fusarium* isolates from barley in Korea. *Korean Journal of Plant Path.*, 6, 21–27 [in English].
6. Hoffman, T., Schmidt, J.S., Zheng X., et al. (1999). Isolation of ethylene-insensitive soybean mutants that are altered in pathogen susceptibility and gene-for-gene disease resistance. *Plant Physiol.*, 119, 935–950 [in English].
7. Hollins, T.W. (1985). Morphology, benomyl resistance and pathogenicity to wheat and rye of isolates of *Pseudocercospora herpotrichoides*. *Plant Pathology*, 34, 36–379 [in English].
8. Dorofeyeva, L.L., Titova, K.D., Pavlova, V.V. (1996). Rizoktonioz zernovykh kul'tur [Rhizoctoniosis of cereals]. *Mikolohiya i fitopatolohiya — Mycology and phytopathology*, 30, 2, 52–55 [in Russian].
9. Velikanov, N.L. (1980). Evolyutsiya pokoyashchikhsya stadiy u gribov [Evolution of dormant stages of fungi] *Mikolohiya i fitopatolohiya — Mycology and phytopathology*, 3, 256–259 [in Russian].
10. Vedenyapina, Ye.G. (1985). Populyatsii *Phytophthora cinnamomi rands* v pochvakh razlichnykh fitotsenozov [Populations of *Phytophthora cinnamomi rands* in the soils of different phytocenoses]. *Mikolohiya i fitopatolohiya — Mycology and phytopathology*, 19, 322–329 [in Russian].
11. Zhuchenko, A.A. (1988). *Adaptivnyy potentsial kul'turnykh rasteniy [Adaptation potential of crops]*. Kishinev [in Russian].
12. Simochko, L.Yu. (2003). Ekolohiya mikrobnogo tse-nozu gruntu pry vyroshchuvanni ozymoyi pshenytsi na chornozemi hlybokomu [Ecology of soil microbe cenosis at winter wheat growing]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Ahroecological journal*, 3, 27–31 [in Ukrainian].
13. Puzik, V.K. (2002). *Alelopatychno aktyvni z'yednannya zlakiv i yikh rol' u ahrofitosenozakh [Allelopathic active communications of cereals and their role in agrophytocenoses]*. Kharkiv [in Ukrainian].
14. Parfenyuk, A.I., Sherstoboëva, O.V., Sterlikova, O.M., Kovtun, V.V., Beznosko, I.V. (2011). *Otsinka sortiv ta hibridiv ogirka za vplivom na chisel'nist' infektsiynikh struktur fitopatogennikh gribov: metodichni rekomendatsii [Evaluation of varieties and hybrids of cucumber on the effect on the number of infectious pathogenic fungi structures: Guidelines]*. Kyiv: [in Ukrainian].
15. Parfenyuk, A.I., Sterlikova, O.M., Beznosko, I.V. (2012). Metodolohichni pidkhydy do otsynivannya sortu roslin za styikystyu do fitopatohennykh hrybiv ta vplyvom na intensyvnist' utvorenniya yikh



- propahul [Methodological approaches of plant sort evaluation using of resistance to plant fungal pathogens]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal*, 3, 90–93 [in Ukrainian].
16. Parfenyuk, A.Ā. (2009). Sorti sil's'kogospodars'kikh kul'tur, yak faktor biokontrolyu fitopatogennikh mikroorganizmiv v agrofytotsenozakh [Sorts of crops as factor of biocontrol of pathogenic microorganisms in agrophytocenoses]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal, Special Issue*, 248–250 [in Ukrainian].
  17. Parfenyuk, A.Ā., Kulinich, V.M., Krut', V.Ā. (2009). Sorti buryaka stolovogo, yak faktor biokontrolyu fitopatogennikh mikroorganizmiv [Sorts of red beet as a factor of biocontrol of pathogenic microorganisms] *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal, Special Issue*, 251–253 [in Ukrainian].
  18. Parfenyuk, A.Ā., Chmil', O.M., Pasinok, Ā.V. (2009). Chisel'nist' fitopatogennikh gribiv na liniyakh ta gibridakh ohirka [Number of plant pathogenic fungi on lines and hybrids of cucumber]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal, Special Issue*, 254–255 [in Ukrainian].
  19. Parfenyuk, A.Ā., Beznosko, Ā.V., Gorgan, M.D. (2012). Vplyv sortiv i gibridiv pertsyu solodkogo na intensivnist' sporoutvorennya fitopatogennikh gribiv rodu *Fusarium* [The influence of sorts and hybrids of sweet pepper on intensity of spore reproduction of plant pathogenic fungi from genus *Fusarium*]. *Naukovyy visnyk NUBiP – Scientific Journal of NULAS*, 178, 59–64 [in Ukrainian].
  20. Sterlikova, O.M. (2013). Formuvannya populyatsiy fitopatohennykh hrybiv pid vplyvom sortiv ta hibrydiv ohirka v ahrofitotsenozakh [Formation of plant pathogenic fungi populations under influence of cucumber sorts and hybrids in agrophytocenoses]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
  21. Beznosko, Ā.V. (2013). Rol' askorbinovoyi kysloty i tsukriv u vzayemodiyi sortiv pertsyu solodkoho ta mikromitsetu *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) [The role of ascorbic acid and sugar in interaction of sweet pepper sorts and micromycete *Alternaria solani* (Ell. et Mart.)]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal*, 4, 130–132 [in Ukrainian].
  22. Blahinina, A.Ā. Ekolohichni osoblyvosti vzayemodiyi henotypiv pshenytsi ta patotypiv fitopatohennykh hrybiv [Ecological features of wheat genotype interaction with pathogenic types of fungi]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
  23. Blahinina, A.Ā., Parfenyuk, A.Ā. (2013). Vplyv metabolitiv roslin riznykh sortiv pshenytsi ozymoyi na intensyvnist' propahuloutvorennya hrybiv *Fusarium oxysporum* Schlegl. ta *Alternaria tenuis* Ness. et Fr. [The influence of metabolites of different sorts of winter wheat on intensity of sporulation of *Fusarium oxysporum* Schlegl. and *Alternaria tenuis* Ness. et Fr.]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal*, 2, 87–90 [in Ukrainian].
  24. Parfenyuk, A., Sterlikova, O., Beznosko, I., Krut', V. (2014). Osoblyvosti vzaemodiyi bakterialnogo shtamy *Micrococcus luteus* LBK1 z roslinamy sortiv/hibrydiv ohirka ta pertsyu solodkoho ta hrybom *Fusarium oxysporum* Scedt [Features of interaction of bacterial strain *Micrococcus luteus* LBK1 with sorts/hybrids of cucumber and sweet pepper and fungus *Fusarium oxysporum* Scedt]. *Mikrobiolohichnyy zhurnal – Microbiological journal*, 1, 33–37 [in Ukrainian].

УДК 631.466

## SOIL FUNGI AS A BIOTIC FACTOR AFFECTING ON THE PLANTS

E. Kopylov, O. Nadkernichna

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН*

*Наведено сучасні погляди на роль ґрунтових грибів у мікробно-рослинній взаємодії. Визначення взаємодій грибів з рослинами можуть бути науковим підґрунтям для розробки засад оптимізації функціонування симбіозів і асоціацій мікроорганізмів з рослинами, що відкривають шлях як до створення нових екологічно безпечних мікробних препаратів, так і для їх практичного використання у рослинництві.*

**Ключові слова:** ґрунтові гриби, симбіоз, ендofітна асоціація, мікориза, фітогормони, фітотоксичні речовини.

Soil fungi are presented by different taxonomic units belonging to certain environ-

mental groups which differ by feeding type and interaction with other organisms. Among them saprophytes destroying plant and animal residues, facultative and obligate plants

© E. Kopylov, O. Nadkernichna, 2017