

Bolesti pepelnice na voćnim vrstama uzrokovane patogenima roda *Podospaera*

Автор(и): гл. експерт д-р Анелия Райкова, Институт по земеделие – Кюстендил, ССА

Дата: 16.04.2026 Брой: 4/2026



Sažetak

Pepelnice na voćkama, uzrokovane vrstama roda *Podospaera*, predstavljaju raširen i gospodarski značajan fitopatološki problem u voćarstvu. Zahvaćaju kako jabučaste tako i koštičave voćne vrste, a karakterizira ih visoka prilagodljivost različitim agroekološkim uvjetima. Suzbijanje ovih bolesti temelji se na integriranom pristupu koji kombinira agrotehničke mjere, korištenje otpornih i niskoosjetljivih sorti, odgovarajuće metode zaštite, kao i primjenu prediktivnih modela za procjenu rizika od zaraze. Gospodarski značajni predstavnici uključuju pepelnicu jabuke, koju uzrokuje *Podospaera leucotricha* (Ellis i Everh.) E. S. Salmon, te pepelnicu breskve, koju uzrokuje

Podosphaera pannosa (Wallroth) de Bary, što zahtijeva provedbu ekološki prihvatljivih mjera suzbijanja protiv uzročnika bolesti.



Pepelnica jabuke

Rod *Podosphaera* obuhvaća gljivične patogene koji uzrokuju pepelnice, a identificirani su na brojnim voćnim kulturama, kao i na jagodi, ribizu i lješnjaku [1,12,15,18]. Gospodarska šteta uzrokuje se uglavnom na jabuci, s primarnim patogenom *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everhart) E. S. Salmon, s konidijskim stadijem *Oidium farinosum* Cooke [1,9,20], te na breskvi - *Podosphaera pannosa* (7,15). Prema podacima iz EPPO Globalne baze podataka, uzročnici pepelnice na voćnim kulturama pripadaju rodu *Podosphaera*, porodici Erysiphaceae, redu Erysiphales, razredu Ascomycetes. Obje vrste su obligatni biotrofni askomicetni patogeni, specijalizirani za tkiva živih domaćina [11,12]. Uzročnik pepelnice jabuke, *P. leucotricha*, ima policiklički razvoj i prezimljava kao micelij koji se na biljni organ pričvršćuje apresorijima (specijaliziranim granama), a hranu iz biljne stanice dobiva putem haustorija. Na miceliju u zaraženim lisnim i mješovitim pupovima stvaraju se konidiofori koji nose 6-9 jednostaničnih spora poredanih u lanac. Plodna tijela patogena su kleistoteciji, ali se u našoj zemlji rijetko formiraju [3]. Kleistoteciji su tamni, sferičnog oblika i posjeduju dvije vrste dodatka - jednostavne i dikotomno razgranate. Unutar plodnog tijela formira se jedna aska koja sadrži jednostanične askospore [4]. U

proljeće se razvija sistemski oblik bolesti, dok se tijekom vegetacijske sezone širenje bolesti odvija putem konidiospora. Patogen se razvija u širokom temperaturnom rasponu (4-30°C), a za klijanje konidija nije potrebna kapljica vode zbog njihove sposobnosti klijanja pri vlažnosti zraka iznad 34%. Autori navode da micelij prestaje s razvojem na temperaturama iznad 33°C [3].



Pepelnica jabuke

Simptomi na jabuci uzrokovani vrstom *P. leucotricha* uočavaju se na lisnim i mješovitim pupovima zaraženim tijekom prethodne godine (sistemski oblik bolesti). Iz zaraženih lisnih pupova razvijaju se slabo razvijeni izdanci prekriveni gustim bijelim premazom koji se sastoji od gljivičnog micelija i spora. Zaraženi mješoviti pupovi proizvode lišće i cvjetove u potpunosti prekrivene pepeljastim premazom, uzrokujući žućenje i prerano opadanje. Zaraženi cvjetni pupovi su mali, deformirani, ne zametnu plodove, posmeđe i otpadnu. U slučaju zaraze tijekom iste vegetacijske sezone (lokalni oblik bolesti), na lišću se uočava sivkasto-bijeli premaz koji prestaje s razvojem na mjestu oštećenja, a primjećuje se deformacija lisne plojke. Pepeljaste pjege također se uočavaju na peteljka, prekrivene micelijem koji dopire i obuhvaća zdrave pupove. Gljiva ima potencijal kolonizirati plodove visoko osjetljivih sorti, pokazujući znakove hrđave mreže koja prekriva plod u različitim oblicima i dubinama. Visoko osjetljive sorte poput 'Golden Delicious', 'Jonathan' [14,19,4] opisali su brojni autori, čiji prinos može biti značajno smanjen ako se ne provodi suzbijanje bolesti.

Podaci iz dugogodišnjih terenskih opažanja u uzgojnom programu Dresden-Pillnitz pokazuju da sorte jabuke 'Remo', 'Regia', 'Rewena' i 'Rebella' karakterizira visok stupanj otpornosti na pepelnicu [10]. U novijoj terenskoj studiji u sličnim uvjetima prirodnog infekcijskog pritiska, utvrđeno je da sorte 'Delicious', 'Demir', 'Dayton' i 'Burgundy' nisu pokazale simptome bolesti te su pokazale visok stupanj terenske otpornosti tijekom dvije uzastopne vegetacijske sezone [8]. Utvrđeno je da sorte 'Gala', 'Honeycrisp', 'Mutsu' [4,23] imaju umjerenu osjetljivost. Dugogodišnja istraživanja na Institutu za poljoprivredu - Kyustendil pokazuju da se suzbijanje patogena može olakšati korištenjem otpornijih sorti, čime se smanjuje infekcijski pritisak. Istraživanjima provedenim na Institutu utvrđen je različit stupanj osjetljivosti među sortama jabuke, ističući niskoosjetljive 'Prima' i 'Erwin Baur' [1,20], umjereno osjetljivu 'Mutsu' [21] i visoko osjetljivu 'Moira' [1,9].



Pepelnica breskve

Simptomi pepelnice breskve, uzrokovane vrstom *Podosphaera pannosa* (Wallroth) de Bary, s konidijskim stadijem *Oidium leucoconium* Desmazières, slični su onima na jabuci. Bolest zahvaća zelene organe biljke, uključujući lišće, mlade izdanke i plodove. Patogen se manifestira u dva oblika - sistemskom (difuznom) i lokalnom, pri čemu je sistemski oblik od posebne važnosti u ranim fazama vegetacije. U proljeće, prilikom pucanja zaraženih pupova, razvijaju se izdanci s

karakterističnim pepeljastim premazom, što dovodi do zaostajanja u rastu i razvoju [4]. U povoljnim uvjetima, bolest može zahvatiti i mlade plodove, uzrokujući deformacije i trajno pogoršanje tržišne kvalitete proizvoda. Proces infekcije vrste *Podosphaera pannosa* tipičan je za obligatne biotrofe, pri čemu patogen prodire u biljna tkiva izravnim prelaskom kutikule i formiranjem haustorija u epidermalnim stanicama [17].

Strategija suzbijanja

Agrotehničke mjere

Glavne agrotehničke mjere protiv uzročnika pepelnice uključuju:

- Odabir odgovarajućih sorti koje su otporne ili imaju nisku osjetljivost na patogene, što će značajno smanjiti infekcijski pritisak i potrebu za fungicidnim tretmanima [1,14].
- Odabir prikladnog položaja i razmaka sadnje, zajedno s dobro formiranom krošnjom, koji poboljšavaju prozračnost i ograničavaju stvaranje povoljne mikroklimе za razvoj patogena [1,2].
- Uravnotežena gnojidba doprinosi optimalnom vegetativnom rastu i ograničava osjetljivost na pepelnicu, dok pretjerana dušična gnojidba povećava osjetljivost [2,13].
- Rezidba usmjerena na uklanjanje zaraženih izdanaka i grana, smanjujući količinu primarnog inokuluma, ključna je mjera za ograničavanje ranih infekcija u proljeće [2,23].

Kemijski i biološki pristup suzbijanju

Primjena fungicidnih prskanja odobrenih protiv bolesti ima ograničavajući učinak, a strategije suzbijanja trebaju biti usmjerene na učinkovito ograničavanje primarnih i sekundarnih infekcija. Najraširenija skupina aktivnih tvari protiv *P. leucotricha* su inhibitori biosinteze ergosterola (Demethylation inhibitors - DMI, FRAC skupina 3), uključujući miklobutanil, penkonazol, tetrakonazol, difenokonazol i flutriafol [23,25], te strobilurini (Quinone outside inhibitors - QoI, FRAC skupina 11) [25]. Potrebno je poštivati rotaciju aktivnih tvari kako bi se spriječila rezistentnost na DMI i QoI fungicide. Važno je da se fungicidni tretmani provode u skladu sa sredstvima za zaštitu bilja odobrenim za bolest u zemlji.

Uz kemijsko suzbijanje, posljednjih godina povećan je interes za biološka sredstva za ograničavanje uzročnika pepelnice jabuke. Među najbolje proučenim biološkim sredstvima protiv

pepelnica su predstavnici roda *Bacillus*, koji pokazuju učinkovitost protiv različitih vrsta *Podosphaera*, uključujući i one na voćnim kulturama, uglavnom povećanjem sadržaja klorofila i poboljšanjem fotosintetske aktivnosti, doprinoseći boljem fiziološkom stanju biljaka i povećanoj otpornosti na infekciju vrstom *P. leucotricha* [16]. Dostupna su i istraživanja o učinkovitosti kvasaca u smanjenju stupnja napada vrste *P. leucotricha* za 37,4% [5,6].

Naposljetku, ali ne manje važno, jest korištenje prediktivnih modela za razvoj bolesti kao važnog alata za optimizaciju suzbijanja pepelnice jabuke. Modeli poput RIMpro koriste meteorološke podatke, fenološki razvoj kulture i biološke parametre patogena za predviđanje razdoblja povećanog rizika od primarnih i sekundarnih infekcija, omogućujući precizniju i pravovremeniju primjenu mjera zaštite bilja. Istraživanja u Europi i Bugarskoj pokazuju da korištenje takvih modela doprinosi smanjenju broja tretmana bez ugrožavanja učinkovitosti suzbijanja te podržava upravljanje rezistentnošću na fungicide ograničavanjem nepotrebnih primjena [13,20,22]. Iako je većina prediktivnih modela prvotno razvijena za krastavost jabuke, mnogi od njih, uključujući RIMpro, uspješno integriraju module i za pepelnicu, što ih čini vrijednim elementom suvremenog integriranog upravljanja štetnicima (IPM) protiv *P. leucotricha* u promjenjivim klimatskim uvjetima.

Pepelnice ostaju jedan od ključnih fitopatoloških izazova od gospodarskog značaja, posebice u uvjetima intenzivne proizvodnje i promjenjivih klimatskih uvjeta. Kombinacija otpornih ili niskoosjetljivih sorti s integriranim pristupom upravljanju bolešću, uključujući agrotehničke i mjere zaštite bilja dopunjene prediktivnim modelima, pruža mogućnost za dugoročno učinkovitu i obećavajuću strategiju suzbijanja [16,21,23,24].

Literatura

1. Borovinova, M. (2007). *Gospodarski važne gljivične bolesti jabuke i višnje te njihovo suzbijanje u integriranoj proizvodnji voća* Institut za poljoprivredu - Kyustendil.
2. Dzhubinov, V., Gandev, S., Arnaudov, V., Rankova, Z., Nacheva, L., & Dobrevska, G. (2016). *Jabuka*. Biofruit BG - EOOD.
3. Nakova, M., Nakov, B., Karov, S., & Neshev, G. (2015). *Specijalna fitopatologija*. IMN Izdavačka kuća - Plovdiv.
4. Stancheva, Y. (2021). *Bolesti višegodišnjih kultura*. INFINITY BOOKS.
5. Alaphilippe, A., Elad, Y., David, D. R., Derridj, S., & Gessler, C. (2008). Učinci biološkog sredstva za suzbijanje pepelnice jabuke (*Podosphaera leucotricha*) na biljku domaćina i

- neciljane organizme: štetnika kukca (*Cydia pomonella*) i patogena (*Venturia inaequalis*). *Biocontrol Science and Technology*, 18(2), 121-138. <https://doi.org/10.1080/09583150701818964>
6. Alaphilippe, A., Elad, Y., Derridj, S., & Gessler, C. (2007). Učinak unesenog epifitskog kvasca na štetnika kukca (*Cydia pomonella* L.), na patogene jabuke (*Venturia inaequalis* i *Podosphaera leucotricha*) i na kemijski sastav filoplana. *IBOC Bull*, 30, 259-263.
7. Ashraf, M. A., Khan, A. S., Shireen, F., Nawaz, S., Ayyub, S., Mohibullah, S., Asim, M., Riaz, T., Khalid, B., & Azam, M. (2025). Bolesti breskve u promjenjivoj klimi: Patogeni, otpornost i održiva rješenja. *Microbial Pathogenesis*, 108110.
8. Awan, S. I., Thapa, R., Svara, A., Feulner, H., Streb, N., & Khan, A. (2023). Evaluacija germplazme *Malus* identificira genetske izvore otpornosti na pepelnicu i pjegavost lišća za uzgoj jabuke. *Phytopathology*®, 113(7), 1289-1300. <https://doi.org/10.1094/phyto-11-22-0417-r>
9. Borisova, A., Borovinova, M., & Kamenova, I. (2014). Glavne bolesti stabala jabuke u regiji Kyustendil u Bugarskoj. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(Posebno izdanje-1), 695-700.
10. Fischer, M., & Fischer, C. (2004). Genetski resursi kao osnova za nove otporne sorte jabuke. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12(Spec. izd. 2).
11. Gañán-Betancur, L., Peever, T. L., Evans, K., & Amiri, A. (2021). Visoka genetska raznolikost u pretežno klonalnim populacijama gljive pepelnice *Podosphaera leucotricha* iz voćnjaka jabuka u SAD-u. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(15), e00469-00421. <https://doi.org/doi:10.1128/AEM.00469-21>
12. Glawe, D. A. (2008). Pepelnice: pregled najpoznatijih (ali slabo poznatih) biljnih patogena na svijetu. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 46(1), 27-51.
13. Holb, I. (2014). Pepelnica jabuke uzrokovana vrstom *Podosphaera leucotricha*: neki aspekti upravljanja bolešću.
14. Holb, I. J. (2009). Pepelnica jabuke uzrokovana vrstom *Podosphaera leucotricha*: neke važne značajke biologije i epidemiologije. *International Journal of Horticultural Science*, 15(1-2), 45-51. <https://ojs.lib.unideb.hu/IJHS/article/view/1096>
15. Leus, L., Dewitte, A., Van Huylbroeck, J., Vanhoutte, N., Van Bockstaele, E., & Höfte, M. (2006). *Podosphaera pannosa* (sin. *Sphaerotheca pannosa*) na *Rosa* i *Prunus* spp.: Karakterizacija patotipova diferencijalnim reakcijama biljaka i ITS sekvencama. *Journal of Phytopathology*, 154(1), 23-28. <https://doi-org.salford.idm.oclc.org/10.1111/j.1439-0434.2005.01053.x>
16. Liu, B., Xu, Y., Ji, S., Zhang, P., Zhang, H., Han, J., Fan, H., Wang, J., Qi, J., Ma, Y., & Liu, Z. (2023). Izolacija i identifikacija *Bacillus* te sposobnosti 3 funkcionalna soja za suzbijanje

- pepelnice i poticanje rasta sadnica *Malus sieversii*. *European Journal of Plant Pathology*, 167(1), 11-24. <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02680-5>
17. Marimon de María, N. (2020). Prema integriranom suzbijanju pepelnice breskve (*Podosphaera pannosa*) primjenom molekularnih alata u epidemiološkim studijama i studijama genetske otpornosti [Doktorska disertacija, Universitat de Lleida].
18. Marimon, N., Eduardo, I., Martínez-Minaya, J., Vicent, A., & Luque, J. (2020). Sustav za podršku odlučivanju temeljen na stupnju-danima za pokretanje programa fungicidnog prskanja protiv pepelnice breskve u Kataloniji, Španjolska. *Plant Disease*, 104(9), 2418-2425. <https://doi.org/10.1094/pdis-10-19-2130-re>
19. Morariu, P. A., Sestras, A. F., Andreacan, A. F., Borsai, O., Bunea, C. I., Militaru, M., Dan, C., & Sestras, R. E. (2025). Reakcije sorti jabuke na gljivične bolesti i štetnike kukce u promjenjivim uvjetima voćnjaka: Višelokacijska studija. *Crops*, 5(3), 30. <https://www.mdpi.com/2673-7655/5/3/30>
20. Petrova, V., & Borovinova, M. (2014). Suzbijanje pepelnice (*Podosphaera leucotricha*) i crvenog voćnog pauka (*Panonychus ulmi*) na sortama jabuke otpornim na krastavost. *Bugarski časopis za poljoprivrednu znanost*, 51(4-5), 7-11. <https://agriacad.eu/ojs/index.php/bjcs/article/view/3687>
21. Petrova, V., Dimitrova, S., & Georgieva, V. (2025). Biološke manifestacije triju sorti jabuke i stupanj napada krastavošću jabuke i pepelnicom. *Bugarski časopis za poljoprivrednu znanost*, 62(6), 103-110. <https://doi.org/10.61308/OBJS5429>
22. Rossi, V., Salinari, F., Poni, S., Caffi, T., & Bettati, T. (2014). Rješavanje problema implementacije u poljoprivrednim sustavima za podršku odlučivanju: primjer vite. net®. *Computers and Electronics in Agriculture*, 100, 88-99.
23. Strickland, D. A., Hodge, K. T., & Cox, K. D. (2021). Ispitivanje pepelnice jabuke i biologije *Podosphaera leucotricha* od prošlosti do sadašnjosti. *Plant Health Progress*, 22(4), 421-432. <https://doi.org/10.1094/php-03-21-0064-rv>
24. Strickland, D. A., Spsychalla, J. P., van Zoeren, J. E., Basedow, M. R., Donahue, D. J., & Cox, K. D. (2023). Procjena rezistentnosti na fungicide molekularnim test