

# Integralna zaštita jabuka od prouzrokovaca truleži u skladištima

Mila Grahovac<sup>1\*</sup>, Dušanka Inđić<sup>1</sup>, Brankica Tanović<sup>2</sup>, Sanja Lazić<sup>1</sup>,  
Slavica Vuković<sup>1</sup>, Jovana Hrustić<sup>2\*</sup> i Sonja Gvozdenac<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8,  
21000 Novi Sad, Srbija (mila@polj.uns.ac.rs)

<sup>2</sup>Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31b, 11080 Beograd, Srbija  
\*Stipendista Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije

Primljen: 27. jula 2011.

Prihvaćen: 25. avgusta 2011.

## REZIME

Jedan od najznačajnijih uzročnika smanjenja kvaliteta plodova voćaka i mogućih gubitaka posle berbe jesu bolesti prouzrokovane fitopatogenim gljivama. Ekonomski gubici koji nastaju kao posledica delovanja fitopatogenih gljiva posle berbe vrlo često premašuju gubitke u samom procesu proizvodnje.

Kao najznačajniji patogeni plodova jabuke u skladištu navode se gljive: *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr., *Penicillium expansum* (Lk.) Thom., *Cryptosporiopsis curvispora* (Peck.) Grem., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., *Monilinia* sp., *Gloeosporium album* Osterw., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Cladosporium herbarium* Link., *Cylindrocarpon mali* (Alles.) Wollenw., *Stemphylium botryosum* Wallr. Primena raspoloživih tehnologija zaštite može značajno umanjiti gubitke prouzrokovane patogenima u skladištu.

U radu je prikazan koncept integralne zaštite jabuke (Integrated Pest Management – IPM), odnosno održivog pristupa u suzbijanju prouzrokovaca truleži plodova u skladištima primenom agrotehničkih, fizičkih, bioloških i hemijskih mera, na način na koji se minimalizuju ekonomski, zdravstveni i rizici po potrošače i životnu sredinu.

**Cljučne reči:** Jabuka; prouzrokovaci truleži; skladištenje; integralna zaštita

## UVOD

Uzgoj jabuka star je bar 2000 godina, a njihovo poreklo vezuje se za istočnu Evropu i zapadnu Aziju (Anonimus, 2001). Jabuka i kruška su u intenzivnom voćarstvu najvažnije vrste, ne samo kod nas, već i u čitavoj Evropi. Za poslednjih 20 godina površine pod inten-

zivnom proizvodnjom ove dve vrste voća značajno su se povećale. Zahtevi tržišta za proizvodnju su visoki i moguća je prodaja samo kvalitetnih i zdravih plodova. Dobar kvalitet podrazumeva zdrave plodove, odnosno plodove bez oštećenja od bolesti i štetočina (Inđić i sar., 2011). Zbog toga, kako navode Vojvodić i Vrabl (1984), savremena intenzivna proizvodnja voća zahteva i inten-

zivnu zaštitu. Daskora su na prvom mestu u zaštiti bile hemijske mere, dok danas zbog sve veće zabrinutosti javnosti oko zdravstvene ispravnosti hrane i rezidua pesticida, prednost imaju integralna proizvodnja i biološke mere (Šovljanski i sar., 2004). Prema navodima Lazić i sar. (2009) u ispitivanju ostataka pesticida u tržišnim uzorcima plodova jabuke u periodu od 2004. do 2007. godine od ukupno 108 ispitanih uzoraka, u 14 su detektovani ostaci kaptana, ali u granicama maksimalno dozvoljenih količina (MRL – Maximum Residue Level) koje je definisala EU, dok su ostaci prosimidona utvrđeni u dva uzorka i u oba su bili iznad propisanih MRL vrednosti. Kada su u pitanju ditiokarbamati, u tri uzorka je utvrđeno prisustvo rezidua, ali ni u jednom nisu bili preko dozvoljene količine.

Iako opadanje kvaliteta voća posle berbe može biti posledica većeg broja faktora, najznačajniji su bolesti prouzrokovane gljivama. Značajna oštećenja i gubici mogu se pojaviti u periodu skladištenja i transporta ukoliko proizvodi nisu tretirani efikasnim inhibitorima razvoja patogena, ili uskladišteni u uslovima nepovoljnim za njihov razvoj. Prema tome, oboljenja uskladištenog voća smatraju se najznačajnijim faktorom gubitaka u proizvodnji (Tian, 2007).

Gubici posle berbe mogu biti izuzetno visoki i njihova cena u ekonomskom smislu je proporcionalno viša od cene gubitaka u polju (Eckert, 1978). Međutim, kako navodi Tian (2007), vešta primena raspoloživih tehnologija može značajno umanjiti gubitke prouzrokovane patogenima u skladištu.

Sposobnost mikroorganizma da prouzrokuje oboljenje u skladištu, kao i njegov krajnji ishod, zavisi od velikog broja faktora koji se odnose na mikroorganizam, domaćina i/ili uslove sredine. Uopšte, kombinacija infektivnog patogena, osetljivog domaćina i odgovarajućih uslova sredine je neophodna da bi se bolest pojavila i optimalno razvila (Sommer, 1982). Integralne strategije za sprečavanje pojave i razvoja bolesti uskladištenih plodova obuhvataju efikasnu inhibiciju porasta patogena, pospešivanje otpornosti domaćina i stvaranje uslova sredine koji pogoduju domaćinu a nepovoljni su za razvoj patogena (Tian, 2007).

Integralna zaštita bilja (IPM), prema definiciji Nacionalne IPM mreže Severne Dakote, jeste održivi pristup u suzbijanju štetnih organizama primenom agrotehničkih, fizičkih, bioloških i hemijskih mera, na način na koji se minimalizuju ekonomski, zdravstveni i rizici po životnu sredinu. U principu, IPM predstavlja skup mera dobre poljoprivredne prakse (Good Agricultural Practices – GAP) koje su neophodne u proizvodnji produktivnih i profitabilnih proizvoda na održivi način.

Prednosti IPM-a:

**1. Novi proizvodi i inovativne metode** – u zaštiti bilja se razvijaju kako bi uzgajivači maksimalno uvećali svoje prinose. Na primer, primena modela za prognozu pojave određenih gljivičnih oboljenja prikupljanjem vremenskih podataka koji se kasnije mogu koristiti i za izračunavanje stepen dana u porastu biljaka i pojavi štetočina (Janet i Maricia, 1999);

**2. Mogućnost smanjenja gubitaka prinosa pravovremenom primenom efikasnih IPM strategija** – za proizvođače znači dobijanje kvalitetnih proizvoda koji se mogu ponuditi po prihvatljivoj ceni, a za društvo održavanje ekološki sigurne životne sredine. Na primer, izračunavanjem stepen dana porasta biljaka na osnovu vremenskih podataka i prognoziranjem pojave bolesti omogućuje se ekonomična zaštita od štetnih vrsta;

**3. Racionalna primena pesticida** – omogućuje smanjenje njihovog potencijalno štetnog uticaja na životnu sredinu;

**4. Poboljšanje saradnje između proizvođača, savetodavne službe i industrije.**

Dakle, integralna zaštita bilja ne podrazumeva potpuno isključenje pesticida iz upotrebe već njihovu racionalnu primenu koja kao rezultat ima povećanje prinosa i profitabilnosti proizvodnje (Janet i Maricia, 1999).

Integralna zaštita bilja od prouzrokovala bolesti (Integrated Disease Management – IDM) podrazumeva primenu niza mera za prevenciju i suzbijanje bolesti u usevima ili zasadima – analiziranje opasnosti kako bi se identifikovao infektivni potencijal i preduzele preventivne ili kurativne mere i minimalizovao rizik nastanka infekcije i njenog daljeg širenja. Tokom vegetacione sezone sprovodi se i redovan monitoring kako bi se odlučilo da li je, i koja vrsta mera, potrebna u cilju sprečavanja razvoja određenog oboljenja (Anonimus, 2005).

Kao najznačajniji prouzrokovali bolesti uskladištenih plodova jabuke navode se sledeće fitopatogene gljive: *Penicillium italicum* Wehmer, *Penicillium expansum* (Lk.) Thom., *Alternaria alternata* (Fr) Keissler, *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr., *Monilinia* sp., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., *Colletotrichum acutatum* Simmonds, *Pezicula malicorticis* (H.S. Jacks.) Nannf, itd. (Sommer, 1985; Tian i Bertolini, 1999; Grahovac i sar., 2010; Hrustić i sar., 2010; Kupferman, 2010).

Prevenција pojave oboljenja je osnova očuvanja kvaliteta plodova sa kojom se počinje još u voćnjaku primenom fungicida u odgovarajućim vremenskim rokovima, održavanjem higijene zasada i berbom voća u optimalnoj zrelosti na način kojim će se voće najmanje oštetiti. Veliki broj skladišnih oboljenja potiče još iz voćnjaka. Prema tome, jedan segment zaštite uskladištenog voća

obavlja se i u zasadu, pre berbe. Međutim, zbog velike količine plodova iz različitih voćnjaka koji se skladište zajedno, neophodno je da se zdravi, još neinficirani plodovi zaštite od oboljenja koje bi se na njih moglo preneti sa već zaraženih plodova prisutnih u skladištu (Kupferman, 1986).

IPM (kome pripada i IDM) predstavlja samo segment integralne proizvodnje voća (Integrated Fruit Production – IFP). Integralna proizvodnja voća je definisana kao ekonomična proizvodnja visokokvalitetnog voća, koja prioritet daje primeni ekološki bezbednih metoda koje minimalizuju nepoželjne sporedne efekte primene poljoprivrednih hemijskih sredstava, sa ciljem unapređenja bezbednosti za životnu sredinu i zdravlje ljudi (Anonimus, 2002).

## INTEGRALNA ZAŠTITA VOĆA

U integralnoj zaštiti prioritet moraju imati agrotehničke, biološke, genetičke i biotehničke metode suzbijanja štetočina, bolesti i korova, dok se primena agrohemijskih supstanci, tj. pesticida, svodi na minimum (Anonimus, 2002).

### Pesticidi u integralnoj zaštiti voća

Gvozdrenović (2007) navodi da je primena sredstava za zaštitu bilja moguća samo onda kada je opravdana i kada se primenjuju maksimalno selektivni, minimalno toksični, najmanje perzistentni i štetni preparati za čovekovo zdravlje i životnu sredinu. Proizvode koji ispunjavaju ove kriterijume definišu regionalni centri i standardi za integralnu proizvodnju. Ovi standardi treba da sadrže i informaciju o najmanje dve vrste prirodnih neprijatelja štetnih organizama koji moraju biti zastupljeni u svakom usevu/zasadu. Ovo znači da se sredstva za zaštitu bilja koja su toksična za ove vrste ne smeju primenjivati.

Da bi se pesticidi primenjivali po principu integralne zaštite mora se sprovoditi redovan monitoring insekata, bolesti i korova, uz primenu zvanično ustanovljenih metoda procene stanja brojnosti koje odgovaraju određenom regionu ili lokalitetu. Pri tome, za svaku štetočinu ili prouzrokovača oboljenja prosečan nivo infestacije, ili rizik od oštećenja, potrebno je proceniti, i na osnovu naučno ustanovljenog praga štetnosti, doneti odluku o primeni pesticida. Pri svemu tome, važno je da populacije najvažnijih prirodnih neprijatelja štetočina ostanu očuvane.

Ako su potrebne dodatne mere zaštite, preporučuju se biološke, genetičke ili biotehnoške mere.

Organizacije koje sprovode integralnu zaštitu bilja moraju formirati strategiju za sprečavanje pojave rezistentnosti kod štetočina i prouzrokovača bolesti. Ova strategija podrazumeva rotaciju primene pesticida različitih mehanizama delovanja, dok se broj tretiranja grupama fungicida, kod kojih postoji rizik od razvoja rezistentnosti, mora ograničiti na maksimalno tri tretiranja godišnje.

Pesticidi koji ispunjavaju navedene kriterijume, a koji su dostupni na tržištu, moraju biti navedeni na listi odobrenih proizvoda regionalnog standarda za integralnu proizvodnju, uz ograničenja gde je neophodno. Primena svih ostalih proizvoda mora biti zabranjena uz obrazloženje (Anonimus, 2002).

Uzimajući u obzir navedene mere, pesticidi su klasifikovani kao:

- dozvoljeni;
- dozvoljeni uz izvesna ograničenja;
- zabranjeni.

U ovoj klasifikaciji treba uzeti u obzir sledeće kriterijume: toksičnost za ljude, toksičnost za glavne prirodne neprijatelje, toksičnost za ostale organizme, zagađenje površinskih i podzemnih voda, mogućnost stimulacije štetočina, selektivnost, perzistentnost, nepotpune informacije o proizvodu, neophodnost upotrebe.

Na osnovu ovih kriterijuma Međunarodna organizacija za biološku i integralnu kontrolu štetnih životinja i biljaka (International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants – IOBC) je izvršila sledeću kategorizaciju pesticida:

Zabranjeni:

- Insekticidi i akaricidi iz grupe piretroida;
- Sintetski regulatori rasta biljaka;
- Organohlorini insekticidi i akaricidi;
- Toksični, perzistentni herbicidi koji zagađuju vodotokove.

Dozvoljeni uz izvesna ograničenja:

- Fungicidi iz grupe benzimidazola (za prouzrokovače truleži u skladištima, uvenuce cvetova i za suzbijanje prouzrokovača raka grana i grančica);
- Fungicidi iz grupe ditiokarbamata (maksimalno tri tretiranja godišnje, ali ne sukcesivno da predatori ne bi bili ugroženi);
- Fungicidi na bazi sumpora (ograničena primena zbog ugrožavanja predatora);
- Rezidualni herbicidi (u prve tri godine posle sadnje maksimalno jedno tretiranje godišnje).

U integralnoj proizvodnji neophodno je i praćenje maksimalno dozvoljenog nivoa ostataka pesticida. Pojava rezidua u plodovima se mora smanjivati produža-

vanjem intervala od tretiranja do berbe i redukovanjem hemijskih tretmana posle berbe.

Takođe, gde god je moguće, treba formirati zvanične protokole za prilagođavanje doze primene veličini i gustini krošnje drveta koje se tretira. Pesticide ne bi trebalo primenjivati 21 dan pre berbe. Međutim, u sezonama koje su veoma kišovite i/ili postoji visok rizik pojave štetočina ili bolesti krajem leta, insekticidi ili fungicidi mogu se primenjivati bliže datumu berbe, ali ne ukoliko je planiran i tretman fungicidima posle berbe (Anonimus, 2002).

### **Efikasne i bezbedne metode primene pesticida u IPM voća**

Značajan zahtev IFP-a je da se prskalice koriste na bezbedan i efikasan način i da se u upotrebu postepeno uvode novi modeli koji obezbeđuju sigurnu i efikasnu primenu pesticida. Prskalice sa radijalnim mlazom koje se tradicionalno koriste za prskanje krošnje su neefikasne i dovode do velikog drifta. Takođe je važno redovno servisiranje i kalibracija prskalica u servisima zvanično registrovanim za ovu namenu, najmanje svake četiri godine po zvanično definisanim kriterijumima. Veličina i oblik mlaza koji stvara prskalice mora odgovarati biljci koja se tretira, dok prskanje po vetrovitom vremenu nije dozvoljeno zbog mogućnosti dospevanja pesticida na površine u okruženju. Da bi se sprečilo zagađenje vodotokova driftom obavezno je postojanje zaštitnih pojaseva. Ukoliko je moguće, u modernim intenzivnim zasadima voća, pri kupovini novih prskalica, treba birati dizajn sa transverzalnim tokom ili tunelske prskalice koje obezbeđuju da se količina preparata koja nije dospela do tretirane biljke sakupi i reciklira (Anonimus, 2002).

### **METODE KOJE SE PRIMENJUJU U INTEGRALNOJ ZAŠTITI NA PLODOVIMA JABUKE POSLE BERBE U CILJU SUZBIJANJA TRULEŽI**

Kako bi se produžio rok trajanja plodova i povećala zdravstvena ispravnost svežeg voća primenjuju se brojne mere zaštite i očuvanja kvaliteta. One podrazumevaju primenu fungicida, skladištenje u uslovima kontrolisane i modifikovane atmosfere (visoki sadržaj CO<sub>2</sub>), tretiranje ozonom, toplotne tretmane, biološku kontrolu, indukovanje otpornosti, primenu prirodnih materija, hipobarično, tj. skladištenje pod niskim pritiskom (Gorny i Kader, 1997; Kader i Ben-Yehoshua, 2000).

### **Primena fungicida**

U okviru IPM-a preporuka je da se prvo primenjuju nehemijski tretmani posle berbe (npr. fizički tretmani ili primena bioloških agenasa). U suzbijanju prouzrokovala truleži u skladištima, tretmani sintetskim antioksidansima za sprečavanje površinskih oštećenja ili drugih poremećaja, nisu dozvoljeni.

Kako bi se smanjila primena fungicida neposredno pre berbe u cilju suzbijanja skladišnih truleži, tretmani fungicidima posle berbe su dozvoljeni u nekim zemljama ukoliko se:

- mogu primeniti posle berbe u slučaju kada neka druga, nehemijska mera nije na raspolaganju, samo na sortama jako do umereno osetljivim na skladišne truleži pri čemu gajenje takvih sorti treba što više izbegavati. Neophodna je primena agrotehničkih mera kako bi se minimalizovalo truljenje – malčovanje površine zemljišta kako bi se sprečilo njegovo rasipanje u vlažnim uslovima, uklanjanje izvora inokuluma u voćnjacima, osiguravanje odgovarajućeg mineralnog sastava plodova i visokog kvaliteta uslova skladištenja;
- rizik od pojave truleži, na osnovu postojećih podataka o prethodnim problemima sa fitopatogenim gljivama koje prouzrokuju ovakve simptome, analize mineralnog sastava plodova, faktora i vremenskih uslova u voćnjaku, mora biti utvrđen i registrovan za svaki voćnjak pre berbe primenom standardnih metoda. Samo plodovi za koje je utvrđeno postojanje visokog rizika od pojave truleži, a pri tome su po svim ostalim faktorima pogodni za dugoročno skladištenje (posle 31. decembra), mogu se tretirati fungicidima posle berbe;
- plodovi tretirani fungicidima pre berbe, ne smeju se tretirati i posle berbe, a doza primene fungicida mora biti prilagođena tako da se postigne adekvatno sprečavanje pojave bolesti a zadrži minimalna količina rezidua u voću. Rezidue i MRL ne smeju biti više nego u slučaju tretiranja pre berbe (Anonimus, 2002).

Od fungicida za zaštitu plodova jabuke od prouzrokovala truleži u Srbiji su registrovani trifloksistrobin (preparat Zato 50-WG) – hemijska grupa strobilurina; trifloksistrobin + kaptan (Flint plus) – hemijska grupa strobilurina i ftalamida; karbendazim (Galfungin) – hemijska grupa benzimidazola; ciprodinil + fludioksonil (Switch 62,5-WG) – hemijska grupa anilin-pirimidina i fenil-pirola; tiofanat-metil (Funomil) – hemijska grupa karbamata; boskalid + piraklostrobin (Bellis) – piridin-karboksamidi i metoksi-karbamati;

bakterijska *Bacillus subtilis* (F-Stop, formulisana kao SC, 15x10<sup>10</sup> CFU/ml). Međutim, nijedan od preparata nije registrovan za tretiranje plodova posle berbe (Sekulić i Jeličić, 2011).

Benzimidazoli su komercijalno dostupni za suzbijanje fitopatogenih gljiva od 1960-ih godina. Kada su prvi put uvedeni u primenu bili su izuzetno efikasni sa jedinstvenim sistemčnim i kurativnim delovanjem, što je omogućilo produženje vremenskog intervala između dva prskanja. Međutim, uvođenje ove grupe fungicida u primenu dovelo je do ozbiljnih problema, odnosno do pojave rezistentnosti fitopatogenih gljiva na fungicide. Samo nekoliko godina posle komercijalizacije benzimidazola, u mnogim usevima je registrovano smanjeno dejstvo ovih jedinjenja, naročito kod patogena kao što je *B. cinerea* koji imaju više razvojnih ciklusa godišnje. Kod patogena koji imaju 1-2 ciklusa godišnje, pojava rezistentnosti uočena je posle dužeg perioda primene. Kod jabučastog voća, otpornost prouzrokovana antraktoze (truleži) uočena je 1994. godine, kod *Monilinia* spp. 1973, a kod *Penicillium* spp. 1974. godine (Anonimus, 2009; Tanović i Ivanović, 2010).

U integralnoj proizvodnji jabučastog voća primena fungicida iz grupe benzimidazola i ditiokarbamata je dozvoljena uz izvesna ograničenja (maksimalno tri tretiranja godišnje, ali ne sukcesivno da predatori ne bi bili ugroženi), dok je upotreba strobilurina dozvoljena (Anonimus, 2002).

U našoj zemlji fungicidi iz grupe dikarboksimida nisu registrovani za suzbijanje truleži plodova jabučastog voća (Sekulić i Jeličić, 2011). Međutim, Elmer i Gaunt (1994) iznose da dikarboksimidi kao što je iprodion, inhibiraju klijanje konidija i porast micelije fitopatogenih gljiva. Osetljivi sojevi *Monilinia fructicola* mogu biti inhibirani sa manje od 1 µg iprodiona/ml. Koncentracija iprodiona za kontrolu prouzrokovaca truleži iznosi 1000 µg/ml. Istu tvrdnju iznose i Pscheidt i Ocamb (1998) koji navode da je primena iprodiona pre berbe efikasna u suzbijanju prouzrokovaca truleži. Primena iprodiona pre berbe u količini od 1,13 kg a.m./ha je dovoljna za redukciju pojave truleži. Spotts i sar. (1998) beleže još značajniju redukciju truleži kod plodova koji su već tretirani iprodionom pre berbe (0,5-1,5 x 10<sup>8</sup> CFU/ml) a posle berbe potopljeni u suspenziju kvasaca antagonista prouzrokovaca truleži.

Iako sintetički, fungicidi imaju široku primenu u suzbijanju oboljenja uskladištenih plodova voća. Sve veća briga oko toksičnosti ovih supstanci, razvoj rezistentnosti patogena na fungicide, i potencijalni štetni efekti na životnu sredinu i zdravlje ljudi doveli su do potrebe za pronalaženje alternative hemijskoj zaštiti (Šovljan-

ski i sar., 2004; Indić i sar., 2006; Vukša i sar., 2006; Tian, 2007).

### Primena povišene koncentracije CO<sub>2</sub>

Primena visokog sadržaja CO<sub>2</sub> u skladištenju voća je metod koji obećava u smislu smanjenja propadanja plodova, a bez primene sintetičkih fungicida (Kader, 1986). Visoka koncentracija CO<sub>2</sub> može delovati kao efikasan fungistatik u skladištima (Bonghi i sar., 1999). Porast *M. fructicola* značajno je smanjen primenom visokih koncentracija CO<sub>2</sub>, kako *in vitro* tako i *in vivo*. Koncentracije CO<sub>2</sub> 15-25%, na 25°C obezbedile su značajnu smanjenje veličine lezija i potpunu prevenciju formiranja lezija (Tian, 2001). Skladištenje u uslovima kontrolisane atmosfere (CA – controlled atmosphere) sa CO<sub>2</sub> koncentracije preko 2,8% smanjilo je razvoj lezija prouzrokovanih gljivama *B. cinerea*, *P. expansum* i *P. malicorticis* na sortama McIntosh, delišes i zlatni delišes čuvanih na 0°C (Sitton i Patherson, 1992). Dakle, CA sa visokim CO<sub>2</sub> je efikasna u sprečavanju pojave i razvoja oboljenja prilikom skladištenja sveže ubranog voća.

### Tretiranje ozonom

Lemut i sar. (2010) kao jednu od mogućih metoda za suzbijanje fitopatogenih gljiva u skladištima navode i primenu ozona, snažnog oksidansa, koji je efikasan protiv raznih mikroorganizama na plodovima voća. U sprovedenim ispitivanjima isti autori su potvrdili značajnu redukciju porasta patogena *B. cinerea* na uskladištenim plodovima voća tretiranim ozonom u gasovitom stanju.

### Tretiranje plodova povišenom temperaturom

Zagrevanje plodova posle berbe, koje rezultuje suzbijanjem ili slabljenjem patogena, omogućava nepesticidnu zaštitu uskladišnog voća. Margosan i sar. (1997) navode da potapanje plodova nektarina i breskve u vodu zagrejanu na 46-50°C u trajanju od 2,5 minuta smanjuje truljenje plodova 82,8-59,3% i 38,8%, dok prema Conway i sar. (1999) strategija kombinovanja toplotnog tretmana sa infiltracijom kalcijuma može značajno redukovati pojavu penicilijumske truleži kod jabuka. Toplotni tretmani svežeg voća i povrća mogu smanjiti njihovo truljenje pri skladištenju, ali ne u onoj meri u kojoj to može obezbediti primena fungicida. Primena obmotavanja filmom polimera tokom tretmana ili dodavanje nepesticidnih materija u toplu vodu može povećati efikasnost toplotnog tretmana (Tian, 2007).

## Biološko suzbijanje

U poslednje vreme značajna pažnja se pridaje mikroorganizmima (bakterijama, kvascima i gljivama) kao efikasnim antagonistima prouzrokovaca oboljenja uskladištenih plodova jabučastog voća, te je zaživela i njihova primena u praksi. Najčešći mehanizam delovanja agenasa koji se primenjuju u biološkoj zaštiti je kompeticija za hranljive materije i prostor. Međutim, često se javljaju i drugi mehanizmi, a podrazumevaju produkciju antigljivičnih metabolita, direktan parazitizam i indukovanu otpornost domaćina koja se ponekad povezuje sa redukovanjem enzimske aktivnosti patogena. Utvrđeno je da je u biološku zaštitu uključeno više od jednog mehanizma delovanja antagonista, i da nema nijednog slučaja gde je prisutan isključivo jedan mehanizam. Ipak, kompeticija za hranljive materije i prostor ima najznačajniju ulogu. Formulacija agenasa za biološku suzbijanje je izuzetno značajna, i ocena odgovarajuće formulacije ovih organizama je esencijalna u prognoziranju njihovog komercijalnog uspeha (Mari i sar., 2003).

Mari i sar. (2003) ukazuju da je primena bakterija koje proizvode antibiotike sve manje aktuelna, dok kvasci i bakterije koji ne stvaraju ove materije, kao antagonisti imaju dobru perspektivu, iako njihovi mehanizmi delovanja još uvek nisu u potpunosti razjašnjeni.

Istraživanja su pokazala da nekoliko mikrobnih agenasa mogu efikasno inhibirati razvoj truleži na raznim plodovima voćaka. Na primer, primena kvasaca *Kloeckera apiculata* i *Candida guilliermondii* se pokazala kao izuzetno efikasna u suzbijanju skladišnih bolesti jabuke, breskve i grožđa. *C. saitoana* je efikasan antagonist prouzrokovaca skladišnih oboljenja jabuke u polukomercijalnim uslovima skladištenja. U ispitivanjima mogućnosti primene kvasaca *Trichosporon* sp. i *Cryptococcus albidus* u zaštiti od *B. cinerea* i *P. expansum* na plodovima jabuke i kruške na temperaturi vazduha od 1°C i pri kontrolisanoj atmosferi sa 3% O<sub>2</sub> + 3% CO<sub>2</sub> ili 3% O<sub>2</sub> + 8% CO<sub>2</sub>, utvrđeno je da su plodovi jabuke i kruške tretirani *Trichosporon* sp. i *C. albidus* bili manje zahvaćeni sivom i plavom truleži pod istim uslovima skladištenja kao i netretirani plodovi. *Trichosporon* sp. je ispoljio višu efikasnost u odnosu na *C. albidus*, a zaštita jabuke primenom kvasaca bila je efikasnija od zaštite kruške istim antagonistima (Tian, 2007; Lemut i sar., 2010).

U SAD su registrovana dva formulisana biološka preparata za suzbijanje prouzrokovaca skladišnih oboljenja plodova kruške. To su Aspire (Ecogen, Langhorne, PA, USA), na bazi kvasca *Candida oleophila*, izolat I-182 i

Bio-Save 110 (EcoScience, Worcester, MA, USA; raniji naziv Bio-Save 11), koji sadrži izolat saprotrofne bakterije *Pseudomonas syringae*. Oba preparata su u laboratorijskim ispitivanjima, tokom dve godine, pokazala visoku efikasnost u inhibiciji porasta izolata *P. expansum*. Još bolja efikasnost postignuta je primenom drugih kvasaca koji još uvek nisu formulisani: *C. laurentii* HRA5, *Rhodotorula glutinis* HRB6 i *Cryptococcus infirmo-minutus* YY6, koji su ispoljili izuzetan potencijal kao agensi za biološku zaštitu od prouzrokovaca plave truleži na plodovima kruške (Mari i sar., 2003).

*C. oleophila* izolat I-182 je aktivna materija biofungicida Aspire, koji se koristi u suzbijanju prouzrokovaca truleži i plesni inhibirajući rast štetnih gljiva kada se primeni posle berbe, ili koloniziranjem plodova i drugih biljnih površina, naročito oštećenih tkiva. Može se primeniti na voću, povrću, na biljkama u zaštićenom prostoru i na ukrasnom bilju. Ponekad se hemijski fungicid dodaje u gljivičnu smešu kako bi se pojačao fungicidni efekat (Grahovac i sar., 2009).

Preparat Aspire na bazi *C. oleophila* primenjuje se na plodovima citrusnog, jabučastog i sitnog voća posle berbe, potapanjem ili prskanjem plodova, protiv skladišnih patogena. Deluje preventivno putem kompeticije za mesto prodiranja u domaćina (Copping, 2009).

*Rhodotorula glutinis* (izolat LS-11), *Cryptococcus laurentii* (izolat LS-28), *Candida famata* (izolat 21-D) i *Pichia guilliermondii* (izolat 29-A) navode se kao vrlo efikasni antagonisti fitopatogenih gljiva (*Aspergillus niger*, *B. cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *P. expansum*, *P. italicum* i *P. digitatum*) na plodovima jabuka, krušaka, jagoda, kivija, grožđa, pomorandži, mandarina i grejpfruta (Grahovac i sar., 2009).

Budući da su ispoljili antagonističko delovanje na više patogena na uskladištenim plodovima, *R. glutinis* (izolat LS-11) i *C. laurentii* (izolat LS-28), Marusich i sar. (1997) ispitali su njihove mehanizme delovanja. Kompeticija za hranljive materije imala je najznačajniju ulogu u aktivnosti oba kvasca, naročito izolata LS-11. Direktna interakcija sa hifama patogena utvrđena je samo kod izolata LS-11, dok kod aktivnijeg izolata LS-28, ovakva pojava nije registrovana. U odnosu na LS-11, izolat LS-28 je *in vitro* proizvodio značajno više ekstracelularne β 1,3-glukanaze, kada je uzgajan u prisustvu hifa patogena *P. expansum* i *B. cinerea*. Antibioza nije bila registrovana.

Od 50 ispitivanih vrsta kvasaca, izolati *R. glutinis* LS-11 i *C. laurentii* LS-28 su ispoljili najizraženiji antagonizam prema *P. expansum*. Aktivnost ovih antagonista je dalje testirana na plodovima jabuke, kruške, jagode, kivija i grožđa u kontroli nekoliko najznačajnijih

skladišnih patogena (*B. cinerea*, *P. expansum*, *R. stolonifer* i *A. niger*). Antagonisti *R. glutinis* i *C. laurentii* su pokazali širok spektar aktivnosti u suzbijanju navedenih patogena, s tim što je izolat LS-28 ispoljio veću i stabilniju aktivnost od izolata LS-11. Takođe, isti antagonisti su testirani na oštećenim i neoštećenim plodovima jabuke, pri čemu je u oštećenim tkivima izolat LS-28 postigao veću gustinu kolonije u odnosu na izolat LS-11, ali je imao manju sposobnost kolonizovanja neoštećenih plodova. U *in vitro* ogledima, oba antagonista su pokazala slabu osetljivost na nekoliko fungicida koji se često primenjuju na voću i povrću (Lima i sar., 1998).

U ispitivanjima efikasnosti dva biofungicida (Polyversum na bazi oospora *Pythium oligandrum* i F-Stop na bazi bakterije *Bacillus subtilis*) u suzbijanju *B. cinerea* na malini, u poljskim i laboratorijskim uslovima, efikasnost navedenih biofungicida bila je manje nego zadovoljavajuća u poljskim uslovima, dok je u laboratorijskim ogledima preparat na bazi *B. subtilis* bio značajno efikasniji od preparata na bazi *P. oligandrum* u suzbijanju *B. cinerea* (Tanović i sar., 2005, 2010).

Generalno, primena isključivo bioloških, bez uključivanja drugih mera zaštite, ne obezbeđuje ekonomski prihvatljivo suzbijanje prouzrokovaca oboljenja uskladištenih plodova. Antagonističku sposobnost ovih organizama treba upotpuniti uslovima sredine, primenom mešavina agenasa za biološku borbu, fiziološkim i genetičkim unapređenjem mehanizama za biološku zaštitu i integrisanjem biološke zaštite sa drugim metodama kao što su niske doze fungicida i CA skladištenje. Kada se primeni u kombinaciji sa drugim strategijama, značaj biološke borbe se povećava. Biološki agensi u kombinaciji sa hemijskim sredstvima kao što su kalcijum-hlorid, hitosan, 2-deoksi-D-glukoza, natrijum-bikarbonat, amonijum-molibdat i salicilna kiselina, pokazali su sinergistički efekat u sprečavanju pojave oboljenja uskladištenog voća (Tian, 2007).

Chand-Goyal i Spotts (1996) iznose da se primenom prirodnih saprotrofnih kvasaca i njihovom kombinacijom sa niskim koncentracijama tiabendazola mogu efikasno sprečavati pojave bolesti uskladištenih plodova kruške.

### Primena aktivatora otpornosti biljaka

Jedan od najnovijih pristupa u zaštiti bilja od prouzrokovaca bolesti jeste indukovanje sistemične, stećene otpornosti, aktiviranjem odbrambenih mehanizama same biljke. Primena aktivatora otpornosti biljaka je u povoju i samo nekoliko aktivatora je trenutno do-

stupno na tržištu (Bishnoi i Payyavula, 2004). To su preparat Messenger na bazi prirodnog proteina (harpin, 3%) koji je izolovan iz bakterije *Erwinia amylovora* i preparat Actigard (1,2,3- benzotiotiadiazol-7-tio karboksilna kiselina -S-metil etar). Kao aktivatori otpornosti biljaka navode se i acibenzolar-S-metil, probenazol i ekstrakt biljke *Reynoutria sachalinensis* (preparat Milsana) (Tomlin, 2006).

Indukovanje otpornosti na bolesti a zatim tretiranje mikrobiološkim agensima obezbeđuje zaštitu od širokog spektra patogena. Smatra se da indukovanje otpornosti a zatim tretmani biotičkim i abiotičkim faktorima imaju veliki potencijal u zaštiti uskladištenog voća. Neki antagonistički mikroorganizmi i hemijske supstance su pokazale da u značajnoj meri mogu povećati otpornost uskladištenih plodova na prouzrokovace bolesti (Tian, 2007).

Primena antagonističkih kvasaca, bilo samostalno ili u kombinaciji sa nekim hemijskim sredstvima, smanjuje truljenje uskladištenog voća pojačavanjem enzimskih aktivnosti koje su vezane za otpornost.

Skorija istraživanja pokazala su da salicilna kiselina, oksalna kiselina, CaCl<sub>2</sub> i antagonistički kvasci mogu značajno pojačati aktivnost enzima kao što su β-1,3-glukanaza, fenilalanin, amonijum-liaze (PAL) i peroksidaze (POD), smanjujući pojavu oboljenja koju prouzrokuje *A. alternata* na plodovima kruške (Tian i sar., 2006).

Sinteza proteina koji su u vezi sa procesom patogeneze (PA proteina) koji mogu inhibirati razvoj patogena takođe doprinosi većoj otpornosti. Zaštita plodova od invazije gljivičnih patogena je rezultat uplitanja visoko koordinisanih biohemijskih i strukturnih odbrambenih sistema. Pojava otpornosti se obično vezuje za akumulaciju odbrambenih enzima kao što su hitinaza, β-1,3-glukanaza, PAL i POD. Takođe, antifungalni efekti se putem sinergizma pojačavaju kada je prisutno nekoliko enzima.

Indukovana otpornost ima dobru perspektivu kao nova tehnologija za sprečavanje pojave i razvoja skladišnih bolesti plodova i ispoljila je značajnu efikasnost kako u laboratorijskim ogledima, tako i u skladištu (Tian, 2007).

### Prirodne materije

Poslednjih godina, interesovanje za prirodne materije je povećano i vrše se brojna ispitivanja antimikrobne aktivnosti širokog spektra sekundarnih metabolita biljaka. Među njima, nekoliko esencijalnih ulja, aromatičnih supstanci i proizvoda hidrolitičkih reakcija

različitih rodova su pokazali biološku aktivnost. Izraženo fungicidno delovanje je postignuto esencijalnim uljem origana – karvakrolom – u inhibiciji porasta *M. piriformis* pri čemu je doza primene bila  $125 \mu\text{g ml}^{-1}$ , dok je *p*-anizaldehid zaustavio rast micelije *P. expansum* pri dozi primene od  $1000 \mu\text{g ml}^{-1}$ . Monoterpenški ugljovodonici ( $\pm$ )- $\alpha$ -pinen, (+)-limonen i mircen nisu postigli zadovoljavajuće rezultate. Izgleda da razlike u fungicidnom delovanju supstanci zavise od njihove rastvorljivosti kao i od sposobnosti da stupe u interakciju sa citoplazmatskom membranom.

Isparljive supstance biljaka mogu i da inhibiraju i da stimulišu porast gljiva i/ili formiranje spora i njihovo klijanje. Izvesne isparljive materije koje proizvode voće, kao što su jabuke i kruške, tokom sazrevanja ispoljavaju antifungalno delovanje. Na primer, ustanovljeno je da je acetaldehid efikasan u kontroli *P. expansum* u skladištima. Na plodove se može uticati da proizvode ove supstance i da se one nagomilavaju u atmosferi u skladištu. Otpornost voća na trulež u skladištima sa visokim sadržajem  $\text{CO}_2$  je posledica proizvodnje veće količine acetaldehida i etil-acetata od strane voća, kao odgovor na uslove sredine. Takođe, ove materije se mogu uneti veštačkim putem – fumigacijom, kako u skladišta, tako i prilikom pakovanja plodova (Mari i sar., 2003).

Ispitivanjem *in vitro* efekata etarskih ulja: bosiljka (*Ocimum basilicum*), nane (*Menta piperita*), morača (*Foeniculum vulgare*), anisa (*Pimpinella anisum*), cimeta (*Cinnamomi zeylanicum*), karanfilića (*Eugenia caryophyllata*), timijana (*Thymus vulgaris*), ruzmarina (*Rusmarinus officinalis*), čajnog drveta (*Melaleuca alternifolia*), peršuna (*Petroselinum crispum*), origana (*Origanum heracleoticum*) i žalfije (*Salvia officinalis*) na prouzrokovali truleži ploda jabuke: *B. cinerea*, *Colletotrichum sp.* i *Monilinia sp.* Tanović i sar. (2005a, 2009) su utvrdili da ulja cimeta, timijana i origana ispoljavaju veću toksičnost i imaju širi spektar delovanja od ostalih ispitivanih ulja jer deluju fungicidno na sva tri izolata, dok ulja anisa, geranijuma, nane i morača potpuno inhibiraju porast micelije *B. cinerea*.

Među brojnim prirodnim materijama sa potencijalnim antimikrobnim delovanjem nalaze se glukozinolati, velika grupa koja obuhvata oko 100 supstanci koje proizvode biljke iz familije kupusnjača.

Potencijalna primena isparljivih fungicida u suzbijanju skladišnih patogena zahteva detaljna ispitivanja njihove biološke aktivnosti i disperzije u biljnim tkivima, kao i razvoja formulacije koja će inhibirati porast patogena bez fitotoksičnih efekata na plodovima (Mari i sar., 2003).

## ZAKLJUČAK

Jabuka je voćka čiji se plodovi kod nas najduže i najviše troše u svežem stanju. S obzirom na raspoložive površine zemljišta i klimu Srbije, proizvodnja jabuke je relativno mala. Takođe, u vrlo malom broju zasada plodovi ispunjavaju izvozne standarde. U razvijenim voćarskim zemljama, proizvodnja jabuke se uglavnom organizuje po integralnom konceptu koji podrazumeva primenu svih raspoloživih mera zaštite bilja, dok je konvencionalni koncept proizvodnje vrlo malo zastupljen. U Srbiji je ovaj odnos obrnut. U integralnom konceptu zaštite, prednost imaju agrotehničke, mehaničke i biološke mere borbe, dok se primena hemijskih sredstava svodi na minimum. Od hemijskih sredstava, primenjuju se ona koja su toksikološki i ekotoksikološki najpovoljnija, tj. ona jedinjenja čija primena ne ugrožava zdravlje potrošača i koja nemaju, ili imaju minimalan uticaj na korisne organizme (pčele, prirodne neprijatelje štetočina jabuke itd.). Očuvanjem prirodnih neprijatelja smanjuje se napad štetočina kao što su grinje, biljne vaši i dr.

Poslednjih godina, integralna zaštita dobija sve više na značaju zbog svojih višestrukih prednosti kao što su: proizvodnja bezbedne hrane, očuvanje korisnih organizama, kao i povećanje izvoznog kapaciteta jabuke u našoj zemlji. Dakle, u budućnosti u Srbiji akcenat treba staviti na integralnu proizvodnju jabuke, koja obuhvata i integralnu zaštitu ove voćke, kako pre berbe, tako i pri skladištenju.

## ZAHVALNICA

Rad je realizovan u okviru aktivnosti na projektu III46008 Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

## LITERATURA

- Anonimus*: <http://www.nysaes.cornell.edu/pp/extension/tfbbp/pome.shtml>. 2001. Datum pristupa stranici: 7. oktobar 2010.
- Anonimus*: Guide lines for integrated production of pome fruits. International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, IOBC WPRS Bulletin, 25 (8), 1-8, 2002.
- Anonimus*: <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/horticulture/greenhouse/pest-disease/general/idm2005>. Datum pristupa stranici: 7. oktobar 2010.
- Anonimus*: [http://www.frac.info/frac/work/work\\_benz.htm](http://www.frac.info/frac/work/work_benz.htm). Datum pristupa stranici: 7. oktobar 2010.



- Bishnoi, R. and Payyavula, S.:** Effect of plant activators on disease resistance and yield in tomato and canola. Proceedings 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress, Brisbane, 2004. [http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/4/2/416\\_bishnoiur.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/4/2/416_bishnoiur.htm) Datum pristupa stranici: 7. oktobar 2010.
- Bonghi, C., Ramina, A., Ruperti, B., Vidrih, R. and Tonutti, P.:** Peach fruit ripening and quality in relation to picking time, hypoxic and high CO<sub>2</sub> short-term postharvest treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 16: 213-222, 1999.
- Chand-Goyal, T. and Spotts, R.A.:** Control of postharvest pear diseases using natural saprophytic yeast colonists and their combination with a low dosage of thiabendazole. *Postharvest Biology and Technology*, 7: 51-64, 1996.
- Conway, S., Janisiewicz, J., Klein, D. and Sams, E.:** Strategy for combining heat treatment, calcium infiltration, and biological control to reduce postharvest decay of 'Gala' Apples. *Horticultural Science*, 34: 700-704, 1999.
- Copping, L.:** *The Manual of Biocontrol Agents. A World Compendium*, British Crop Production Council, United Kingdom, 2009.
- Eckert, W.:** Postharvest disease of fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Biochemistry*, 2: 248-254, 1978.
- Elmer, G. and Gaunt, E.:** The biological characteristics of dicarboximide-resistant isolates of *Monilinia fructicola* from New Zealand stone-fruit orchards. *Plant Pathology*, 43: 130-137, 1994.
- Gornj, J. and Kader, A.:** Low oxygen and elevated carbon dioxide atmospheres inhibit ethylene biosynthesis in preclimacteric and climacteric apple fruit. *Journal of American Society for Horticultural Sciences*, 122(4): 542-546, 1997.
- Grahovac, M., Indić, D., Lazić, S. i Vuković, S.:** Biofungicidi i mogućnosti primene u savremenoj poljoprivredi. *Pesticidi i fitomedicina*, 24: 245-258, 2009.
- Grahovac, M., Tanović, B., Hrustić, J., Indić, D. i Vuković, S.:** Patogeni iz roda *Colletotrichum* na uskladištenim plodovima jabuke. *Zbornik rezimea X savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 2010, str. 28-29.
- Gvozdrenović, D.:** Gusta sadnja jabuke, kruške i dunje, integralni koncept. *Prometej*, Novi Sad, 2007.
- Hrustić, J., Tanović, B., Grahovac, M. i Delibašić, G.:** Molekularna identifikacija *Monilinia* spp., prouzrokovavača truleži ploda dunje. *Zbornik rezimea X savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 2010, str. 29-30.
- Indić, D., Klokočar-Šmit, Z. i Vuković, S.:** Pesticidi visokog rizika i njihova zamena u krompiru. *Zbornik sažetaka radova InterRegioSci 2006*, Novi Sad, 2006, str. 26.
- Indić, D., Gvozdrenac, S., Vuković, S., Grahovac, M., Pejić-Tukuljac, B., Tanasković, S. i Stevanović, V.:** Uslovi za uspostavljanje strategije u primeni fungicida u suzbijanju *Venturia inaequalis* (Cooke, Winter). *Biljni lekar*, 4, 2011 (u štampi).
- Janet, M. and Maricia, K.:** *Integrated Pest Management in North Dakota*. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/pests/pp863w.htm>. 1999. Datum pristupa stranici: 7. oktobar 2010.
- Kader, A.:** Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, 40: 99-104, 1986.
- Kader, A. and Ben-Yehoshua, S.:** Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 1-13, 2000.
- Kupferman, E.:** Control of major postharvest apple diseases, <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pgDisplay.php?article=N4I3B>. 1986. Datum pristupa stranici: 7. oktobar 2010.
- Kupferman, E.:** Control of major postharvest apple diseases, <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/N4I3B>. 2010. Datum pristupa: 04.04.2011.
- Lazić, S., Pucarević, M., Bursić, V., Ostojić, N. and Vuković, S.:** Pesticide residues in apple samples on the market of the Republic of Serbia 2004-2007. *Plant Science (Bulgaria)*, 46: 306-310, 2009.
- Lemut, M., Ličen, M., Gunde-Cimerman, N., Vrhovšek, U. and Butinar, L.:** Biocontrol and ozone treatments as possible alternatives to fungicides. *Book of Abstracts 11<sup>th</sup> European Meeting on Environmental Chemistry*, Portorož, Slovenia, 2010, p. 178.
- Lima, G., De Curtis, F., Castoria, R. and De Cicco, V.:** Activity of the yeasts *Cryptococcus laurentii* and *Rhodotorula glutinis* against post-harvest rots on different fruits. *Biocontrol Science and Technology*, 8: 257-267, 1998.
- Margosan, A., Smilanick, L., Simmons, F. and Henson, J.:** Combination of hot water and ethanol to control postharvest decay of peaches and nectarines. *Plant Disease*, 81: 1405-1409, 1997.
- Mari, P., Bertolini, C. and Pratella, C.:** Non-conventional methods for the control of post-harvest pear diseases. *Journal of Applied Microbiology*, 94: 761-766, 2003.
- Marusich, F., Robinson, H., Taanman, W., Kim, J., Schillace, R., Smith, L., Capaldi, A., Castoria, R., De Curtis, F., Lima, G. and De Cicco, V.:**  $\beta$ -1,3-glucanase activity of two saprophytic yeasts and possible mode of action as biocontrol agents against postharvest diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 12(3): 293-300, 1997.
- Pscheidt, W. and Ocamp, M.:** Cherry brown rot blossom blight and fruit rot. In: *Pacific Northwest Plant Disease Control Handbook*, OSU Extension Service, 1998, pp. 87-88.

- Sekulić, J. i Jeličić, S.:** Sredstva za zaštitu bilja u prometu u Srbiji. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2011.
- Sitton, W. and Patterson, E.:** Effect of high-carbon dioxide and low-oxygen controlled atmospheres on postharvest decays of apples. *Plant Disease*, 76: 992-995, 1992.
- Sommer, F.:** Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. *Plant Disease*, 66: 357-363, 1982.
- Sommer, F.:** Role of controlled environments in suppression of postharvest diseases. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 7: 331-339, 1985.
- Šovljanski, R., Klokočar-Šmit, Z. i Indić, D.:** Najrizičniji insekticidi i fungicidi u zaštiti voćaka. *Pesticidi i fitomedicina*, 19(1): 9-18, 2004.
- Spotts, A., Cervantes, A., Fecteau, J. and Chand-Goyal, T.:** Control of brown rot and blue mold of sweet cherry with preharvest iprodione, postharvest *Cryptococcus infirmo-minutus*, and modified atmosphere packaging. *Plant Disease*, 82: 1158-1160, 1998.
- Tanović, B., Rekanović, E., Potočnik, I. and Todorović, I.:** Effectiveness of fungicides and biofungicides in the control of grey mould of raspberry in Serbia. *Book of Abstracts 9<sup>th</sup> International Rubus and Ribes Symposium*, Santiago, Chile, 2005, p. 31.
- Tanović, B., Milijašević, S., Todorović, B., Potočnik, I. i Rekanović, E.:** Toksičnost etarskih ulja za *Botrytis cinerea* Pers. *in vitro*. *Pesticidi i fitomedicina*, 20: 109-114, 2005a.
- Tanović, B., Delibašić, G. i Hrustić, J.:** *In vitro* efekat etarskih ulja začinskih i lekovitih biljaka na patogene ploda jabuke. *Zbornik rezimea VI kongresa o zaštiti bilja sa simpozijumom o biološkom suzbijanju invazivnih organizama*, Zlatibor, I, 2009, p. 37.
- Tanović, B., Hrustić, J., Ivanović, M. and Delibašić, G.:** Effectiveness of biofungicides in the control of grey mould in raspberry in Serbia. *Proceedings 28<sup>th</sup> International Horticultural Congress*, Lisboa, Portugal, 2010, pp. 17-18.
- Tanovic, B. and Ivanovic, M.:** First report of occurrence of Benomyl resistance in *Botrytis cinerea* isolates on raspberry in Serbia. *Plant Disease*, 94(4): 486, 2010.
- Tian, P. and Bertolini, P.:** Effect of temperature during conidial formation of *Monilinia laxa* on conidial size, germination and infection of stored nectarines. *Journal of Phytopathology*, 147: 635-641, 1999.
- Tian, P.:** Effects of low temperature on mycelial growth and spore germination of *Botrytis cinerea in vitro* and on its infectivity to stored chicory. *Acta Phytopathologica Sinica*, 31: 56-62, 2001.
- Tian, P., Wan, K., Qin, Z. and Xu, Y.:** Induction of defense responses against *Alternaria* rot by different elicitors in harvested pear fruit. *Applied Microbial Biotechnology*, 70: 729-734, 2006.
- Tian, S.:** Management of postharvest diseases in stone and pome fruit crops. In: *General Concepts in Integrated Pest and Disease Management* (Ciancio A. and Mukerji K., eds.), Springer, 2007, pp. 131-147.
- Tomlin, C.:** *The Pesticide Manual*. British Crop Protection Council, Farnham, 2006.
- Vojvodić, Đ. i Vrabl, S.:** Bolesti i štetočine jabuke i kruške. Nolit, Beograd, 1984, str. 1-145.
- Vukša, P., Kljajić, P., Stević, M., Tanović, B., Pavlović, D. i Božić, D.:** Promena osetljivosti štetnih organizama i novija istraživanja u našoj zemlji. *Zbornik rezimea VIII savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 2006, str. 21-23.

# Integrated Management of Causal Agents of Postharvest Fruit Rot of Apple

## SUMMARY

One of the major causes of poor quality and fruit loss (during storage and transport) are diseases caused by phytopathogenic fungi. Economic losses which are the consequence of the phytopathogenic fungus activity after harvest exceed the losses in the field. The most important postharvest fungal pathogens of apple fruits are: *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr., *Penicillium expansum* (Lk.) Thom., *Cryptosporiopsis curvispora* (Peck.) Grem., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., *Monilinia* sp., *Gloeosporium album* Osterw., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Cladosporium herbarium* Link., *Cylindrocarpon mali* (Alles.) Wollenw., *Stemphylium botryosum* Wallr. The use of available protection technologies can significantly reduce losses caused by pathogens in storage. The concept of integrated pest management (IPM) in apple fruits i.e. sustainable approach in control of causal agents of postharvest fruit rot, using cultural, physical, biological and chemical measures, to minimize economic, health and risks to consumers and environment, is presented in the paper.

**Keywords:** Apple fruits; Rot causal agents; Storage; Integrated management