

DINAMIKA I INTENZITET RAZVOJA BOLESTI NA JABUCI TIJEKOM SKLADIŠTENJA

D. Ivić, B. Cvjetković, T. Miličević

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

*Bolesti plodova jabuke koje se razvijaju u skladištu u najvećem broju slučajeva uzrokovane su gljivama. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi gubitke uslijed pojave skladišnih bolesti i vrste gljiva uzročnika skladišnih bolesti na kultivaru Idared tijekom tri mjeseca skladištenja, kao i usporediti razvoj gljiva na inokuliranim plodovima u laboratorijskim uvjetima. U bolesne plodove ubrajali su se oni s vidljivim simptomima truleži. Ukupni gubici u razdoblju od tri mjeseca skladištenja iznosili su 1,9%. Postotak bolesnih plodova povećavao se od trenutka berbe do kraja skladištenja. Najčešći uzročnik truleži u svim rokovima očitavanja bila je *Monilia fructigena*. U značajnom postotku javljale su se *Penicillium* vrste i *Botrytis cinerea*. Na plodovima jabuke inokuliranima gljivama izoliranim s oboljelih plodova svi su gljivični izolati uzrokovali trulež veće ili manje površine nakon 28 dana inkubacije, pri 22°C. Na plodovima inokuliranim istim izolatima i stavljenim u inkubaciju pri 4°C razvoj truleži tekao je sporije. Pri 22°C najbrže su se razvijali izolati vrste *Monilia fructigena*, dok su se pri 4°C najbrže razvijali izolati vrste *Botrytis cinerea*.*

Ključne riječi: jabuka, skladišne bolesti, trulež plodova

UVOD

Najznačajniji biotski čimbenici gubitka kvalitete ili upotrebljivosti plodova jabuke u razdoblju skladištenja su fitopatogene gljive. Plodovi jabuke u toku vegetacije i tijekom čitavoga razdoblja skladištenja podložni su infekciji različitim gljivičnim vrstama, koji plod iskorištavaju kao supstrat za rast, razvoj i razmnožavanje. Posljedice razgradnje staničnih struktura ploda jabuke enzimima gljiva manifestiraju se u vidu simptoma «truleži» čitavoga ploda, dijela ploda ili lokaliziranih tamnih pjega na pokožici ploda i ograničenoga tamnjenja mesa na prerezu ploda. Gubici uzrokovani aktivnošću gljiva na uskladištenim plodovima jabuke ovise prvenstveno o vrstama fitopatogenih gljiva prisutnima na plodovima, agrotehničkim zahvatima u voćnjaku, uvjetima skladištenja, kultivaru i dužini skladištenja (Snowdon, 1990.).

Podaci o skladišnim bolestima jabuka, koji bi uključivali procjenu štete i determinaciju patogena, u Hrvatskoj su vrlo oskudni ili starijega datuma (Cvjetković i sur., 1985.).

Tijekom 2004. i 2005. provedeno je istraživanje sa svrhom determinacije gljivičnih vrsta uzročnika kvarenja plodova jabuke u periodu skladištenja, utvrđivanja visine gubitaka zbog skladišnih mikoza u uvjetima nekontrolirane atmosfere te usporedbe patogenosti gljivičnih vrsta izoliranih s oboljelih plodova. Istraživanje je provedeno sa svrhom uvida u skladišnu patologiju jabuke u Hrvatskoj i kao osnova za razmatranje mogućnosti smanjenja gubitaka jabuke nakon berbe u okviru integralne proizvodnje.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno u razdoblju od 16. listopada 2004. do 15. siječnja 2005. Pokusni kultivar bio

Dario Ivić, dipl. ing., prof.dr.sc. Bogdan Cvjetković, doc. dr. sc. Tihomir Miličević - Zavod za fitopatologiju, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb

je Idared, iz voćnjaka u okolici Ivanić-grada. Voćnjak je u toku vegetacije tretiran 11 puta fungicidima, pri čemu je pet puta dodan i insekticid (Tablica 1.). Jabuke su brane u drvene sanduke i transportirane u skladišni prostor u Zagrebu. Skladišni prostor nije bio opremljen sustavima za regulaciju temperature i relativne vlažnosti zraka, tako da su ta dva parametra bila promjenjiva u razdoblju skladištenja plodova. Temperatura u skladištu nikada nije padala ispod 2°C.

Očitavao se broj bolesnih plodova. Prvo očitavanje provedeno je tijekom berbe, a slijedeća tri u razdoblju skladištenja, u razmacima od približno mjesec dana (13. studenog 2004., 11. prosinca 2004. i 15. siječnja 2005.). Za vrijeme berbe pregledano je 2000 plodova s nekoliko slučajno odabranih stabala unutar voćnjaka, pri čemu su pregledani svi plodovi na odabranim stablima. Tijekom skladištenja pri svakom očitavanju pregledano je 1000 plodova iz slučajno odabranih sanduka, pri čemu su pregledavani svi plodovi iz odabranih sanduka. Bolesnim plodovima smatrali su se oni s vidljivim simptomima truleži. U obzir nisu uzimani plodovi sa simptomima krastavosti (*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter) i pepelnice (*Podosphaera leucotricha* (Ell.& Ev.) Salmon), kao ni oni s vidljivim znakovima prisutnosti nepatogenih gljivičnih vrsta *Phyllachora pomigena* (Schwein.) Sacc. i *Schizothirium pomi* (Mont. & Fr.) Cif. Determinacija uzročnika bolesti provedena je na osnovi fruktifikacijskih struktura gljiva razvijenih na oboljelim plodovima jabuke. Ukoliko one nisu bile vidljive pri očitavanju u voćnjaku ili u skladištu, oboljeli plodovi dopremljeni su u laboratorij, rasječeni na manje dijelove i stavljeni na inkubaciju u Petrijeve posude, s vlažnim filter-papirom, pri 21°C. Nakon 4-14 dana, ovisno o vremenu u kojem je gljiva sporulirala, pristupilo se determinaciji uzročnika. Gljivične vrste koje su i nakon 14 dana rasle samo u vidu sterilnoga micelija prenesene su na krumpir-dekstrozni agar i determinirane nakon razvoja kolonije.

Tablica 1. Popis tretmana pesticidima tijekom sezone u pokusnom nasadu^a

Table 1. List of pesticide treatments during the season in the experimental orchard^a

Datum tretiranja <i>Treatment date</i>	Preparat i doza - <i>Chemical and dose</i>
25. III.	Cuprablau Z (4 kg/ha)
3. IV.	Antracol WP 70 (2 kg/ha)
9. IV.	Score 250 (0.2 l/ha) + Polyram DF (2 kg/ha)
15. IV.	Score 250 (0.2 l/ha) + Captan 50 WP (2 kg/ha)
21. IV.	Score 250 (0.2 l/ha) + Captan 50 WP (2 kg/ha)
30. IV.	Mankozeb (2 kg/ha)
6. V.	Merpan 50 WP (2 kg/ha) + Nomolt (1 l/ha)
22. V.	Polyram DF (2 kg/ha) + Mospilan 20 SP (350 g/ha)
28. V.	Polyram DF (2 kg/ha) + Mospilan 20 SP (350 g/ha)
8. VI.	Score 250 (0.2 l/ha) + Mankozeb (2 kg/ha) + Direkt 10 SC (0.3 l/ha)
13. VII.	Merpan 50 WP (2 kg/ha) + Direkt 10 SC (0.3 l/ha)

^a podaci se odnose samo na fungicide i insecticide - *only fungicide and insecticide treatments are included in the list*

Kako bi se utvrdila dinamika razvoja gljiva na plodovima jabuke i potvrdila njihova patogenost, prikupljeni su izolati gljivičnih vrsta registriranih u skladištu te je provedena umjetna infekcija zdravih plodova. S oboljelih plodova izdvojena su u čistu kulturu na krumpir-dekstrozni agar četiri izolata *Monilia fructigena* Schumach., četiri izolata *Penicillium expansum* Link, dva izolata *Botrytis cinerea* Pers. te po jedan izolat *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *Phomopsis mali* Roberts i *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. (Tablica 2.). *Penicillium* vrste su determinirane prema izgledu kolonije, morfologiji konidija i konidiogenih struktura na Czapek agaru, *Fusarium* vrste na agaru s listom karanfila, a ostale na krumpir-dekstroznom agaru. Zdravi plodovi kultivara Idared uzeti su iz skladišta u siječnju (nakon nešto manje od tri mjeseca skladištenja), oprani tekućom vodom, površinski sterilizirani potapanjem u 1%-tnu otopinu NaClO dvije minute, nakon čega su dva puta potopljeni u sterilnu vodu i osušeni na filter-papiru. Na plodovima su napravljeni urezi površine 5 x 5 mm i dubine 2-3 mm, u koji su utisnuti fragmenti krumpir-dekstroznog agara s osam dana starim čistim kulturama gljiva. Kontrolni plodovi inokulirani su fragmentima čistog agara. Mjesto inokulacije prekriveno je ljepljivom trakom. Inokulacija plodova provedena je u dva ponavljanja.

Tablica 2. Razvoj izolata gljiva inokuliranih na plodove jabuke u laboratorijskim uvjetima

Table 2. Development of fungal isolates inoculated on apple fruits in laboratory conditions

		Razvoj truleži (cm ²)/ Rot development (cm ²)					
		22 °C			4 °C		
IZOLAT/ ISOLATE	VRSTA (anamorf)/ SPECIES (anamorph)	0	14. dan/ 14. day	28. dan/ 28. day	7. dan 7. day	14. dan/ 14. day	28. dan/ 28. day
Bot 1A	<i>Botrytis cinerea</i>	10,35	36,45	98,82 ab	0,04	6,80	63,57 a
Bot 1B	<i>Botrytis cinerea</i>	5,32	21,05	75,76 bc	0,2	3,60	38,36 ab
Cgl 01-j	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	2,23	22,80	41,86 cd	0	0	0 g
Fmf – j	<i>Fusarium moniliforme</i>	0,17	0,36	7,62 f	0	0	0 g
Fav – j	<i>Fusarium avenaceum</i>	0,02	1,60	12,55 ef	0	0	3,79 ef
Php 01	<i>Phomopsis mali</i>	0	0,25	20,77 de	0,25	0,40	2,47 f
Mon 1A	<i>Monilia fructigena</i>	57,40	195,28	195,28 a	0,10	0,10	34,08 abc
Mon 1B	<i>Monilia fructigena</i>	58,85	206,06	206,06 a	0,10	0,10	3,62 ef
Mon 2A	<i>Monilia fructigena</i>	66,65	199,10	199,10 a	0	0	8,66 de
Pc-ex 3	<i>Penicillium expansum</i>	5,20	19,60	43,04 cd	0,02	1,70	8,66 de
Pc-ex 2	<i>Penicillium expansum</i>	4,95	24,60	142,59 ab	0,05	2,00	16,38 bcd
Pc-ex 5	<i>Penicillium expansum</i>	7,15	33,80	84,86 bc	0,03	3,20	14,14 cd
Kontrola/ Control	-	0	0	0 g	0	0	0 g
				LSD (P=.05) 0,351 ^t Sd 0,161 ^t Cv 9,72			LSD (P=.05) 0,414 ^t Sd 0,190 ^t Cv 22,01

Prosjeci označeni istim slovom ne razlikuju se značajno (P=.05, Student-Newman-Keuls) - Means designated by the same letter do not significantly differ (P=.05, Student-Newman-Keuls)

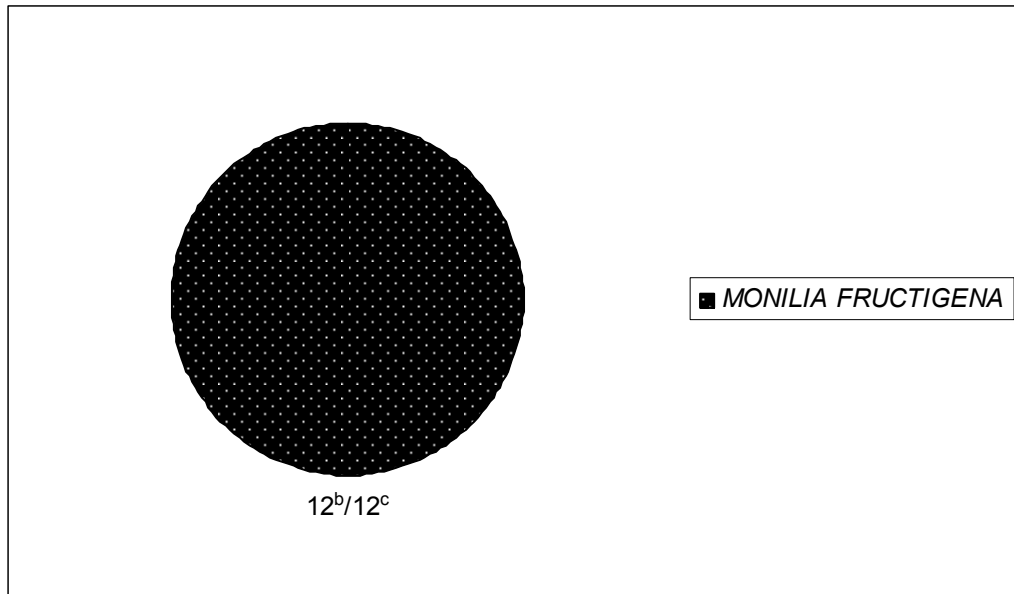
^t opisi se odnose na logaritamski transformirane podatke - mean descriptions are reported in transformed data units, and are not de-transformed

Razvoj gljiva na plodovima mjereno je površinom razvoja truleži vidljivim na vanjskom dijelu ploda. Površina je izračunata formulom za površinu elipse ($ab\pi$), kruga ($r^2\pi$) ili oplošje kugle ($4r^2\pi$) u slučaju potpune truleži ploda. Razvoj gljiva mjereno je nakon 7, 14 i 28 dana pri temperaturi od 22°C i 4°C. Rezultati trećeg očitavanja (28. dan) logaritamski su transformirani i statistički obrađeni analizom varijance i Student-Newman-Keuls testom, s granicom pouzdanosti od 5 %. Pri obradi podataka korišten je program Agricultural Research Manager 6.1.12. (Gylling Data Management).

REZULTATI I RASPRAVA

Postotak ukupno oboljelih plodova u sva četiri očitavanja prikazan je na Slici 5. Postotak oboljelih plodova u trenutku berbe iznosio je 0,7 %, dok su se gubici u periodu skladištenja kretali od 1,2% do 3,2 %. Prosječni gubitak u ukupnome periodu skladištenja od tri mjeseca iznosio je 1,9%. Najviši postotak skladišnih bolesti zabilježen je u trećem, posljednjem mjesecu skladištenja. Postotak pojedinih bolesti na plodovima u četiri očitavanja prikazan je na Slikama 1., 2., 3. i 4. U sva četiri očitavanja najučestalija bolest na plodovima bila je smeđa trulež (*Monilia fructigena*), registrirana na 42 ploda, od 5000 pregledanih. U relativno visokom postotku javljali su se plava plijesan (*Penicillium* spp.), na 16 plodova, te siva plijesan (*Botrytis cinerea*), na 7 plodova. Učestalost smeđe truleži u trenutku berbe i tijekom skladištenja slična je rezultatima istraživanja drugih autora u svijetu. Berrie (1989.) navodi da je postotak smeđe truleži na uskladištenim plodovima kultivara Cox's Orange tijekom sedmogodišnjeg istraživanja iznosio od 0,1-0,6%. Van Leeuwen i sur. (2000.) u nizozemskim voćnjacima registrirali su 4,2% i 4,3% zaraženih plodova prije berbe na kultivaru James Grieve te 4,4% i 2,7% zaraženih plodova na kultivaru Cox's Orange. Gubici u skladištu na oba kultivara iznosili su prosječno od 1,5-2,0%. Aplikacija fungicida tijekom vegetacije značajno reducira postotak smeđe

truleži (Hellmann, 1998.) pa gubici od te bolesti u intenzivnim voćnjacima nisu visoki, što je potvrđeno i u ovom istraživanju.

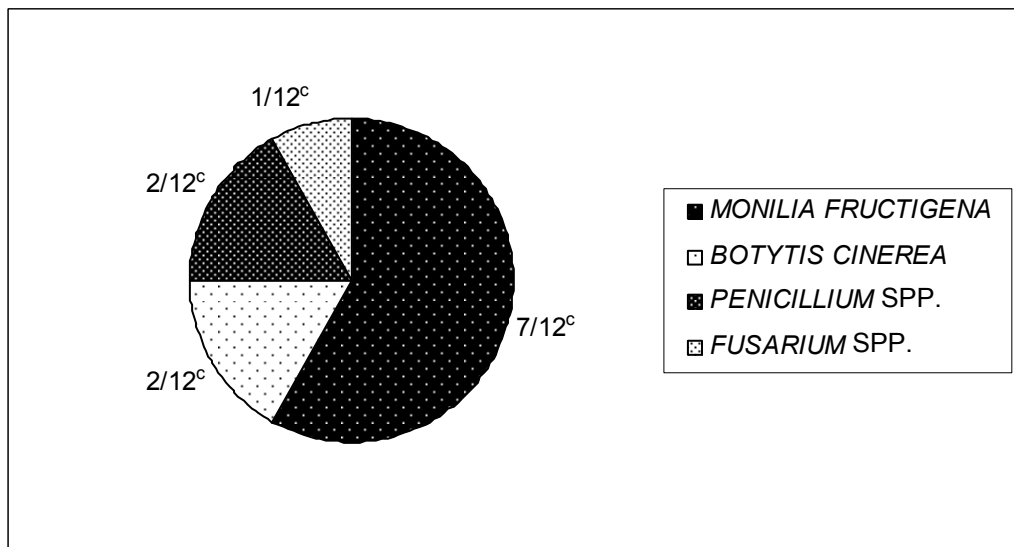


^a na 2000 pregledanih plodova - *out of 2000 examined fruits*

^b broj plodova zahvaćen pojedinom bolesti - *number of fruits affected with particular disease*

^c ukupan broj oboljelih plodova - *total number of diseased fruits*

Slika 1. Utvrđene bolesti u odnosu na ukupan broj bolesnih plodova u trenutku berbe^a
Figure 1. Diseases on fruits compared to the total number of diseased fruits in the time of harvest^a

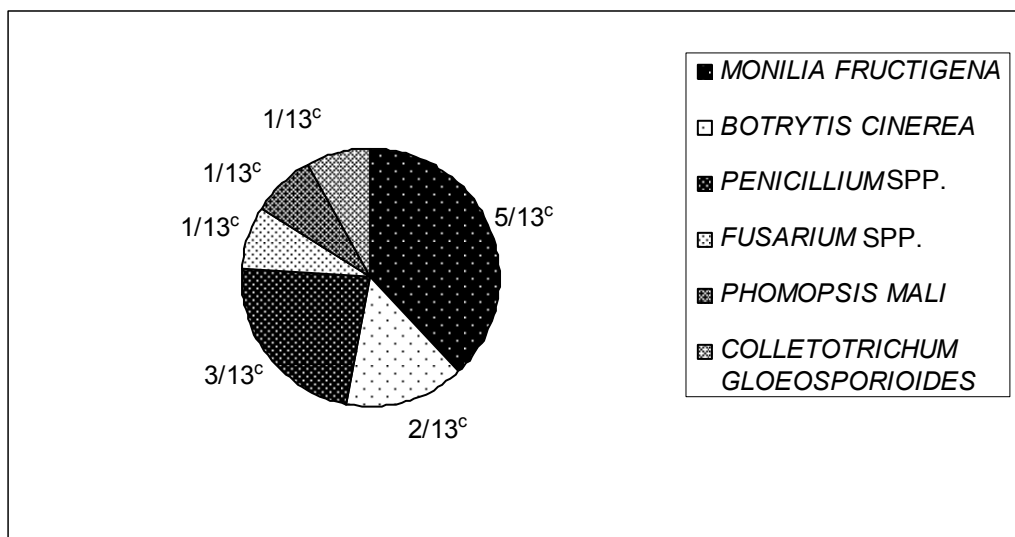


^a na 1000 pregledanih plodova - *out of 1000 examined fruits*

^b broj plodova zahvaćen pojedinom bolesti - *number of fruits affected with particular disease*

^c ukupan broj oboljelih plodova - *total number of diseased fruits*

Slika 2. Utvrđene bolesti u odnosu na ukupan broj bolesnih plodova nakon mjesec dana skladištenja^a
Figure 2. Post-harvest diseases on fruits compared to the total number of diseased fruits after one month of storage^a



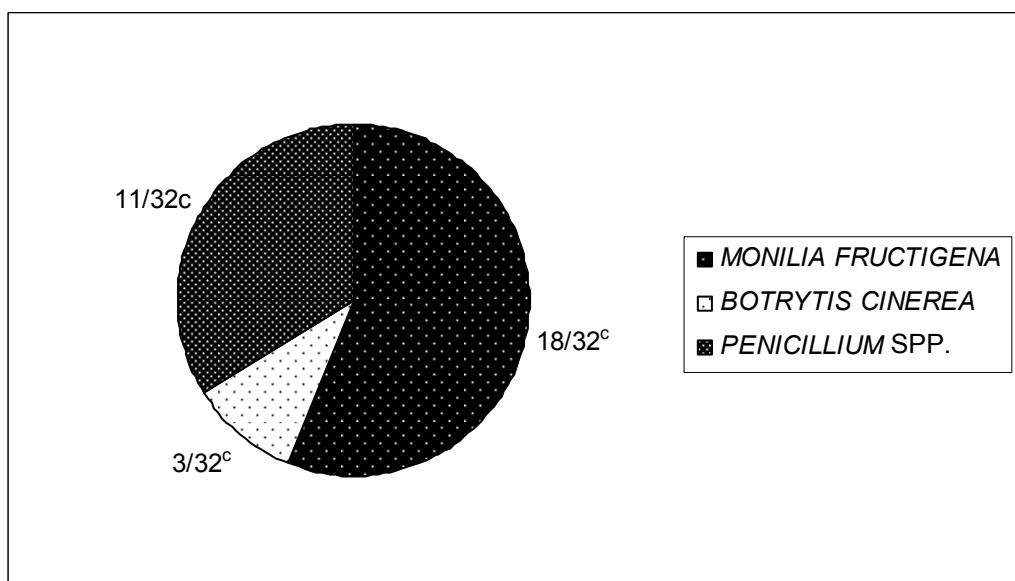
^a na 1000 pregledanih plodova - out of 1000 examined fruits

^b broj plodova zahvaćen pojednom bolesti - number of fruits affected with particular disease

^c ukupan broj oboljelih plodova - total number of diseased fruits

Slika 3. Utvrđene bolesti u odnosu na ukupan broj bolesnih plodova nakon dva mjeseca skladištenja^a

Figure 3. Post-harvest diseases on fruits compared to total number of diseased fruits after two months of storage^a



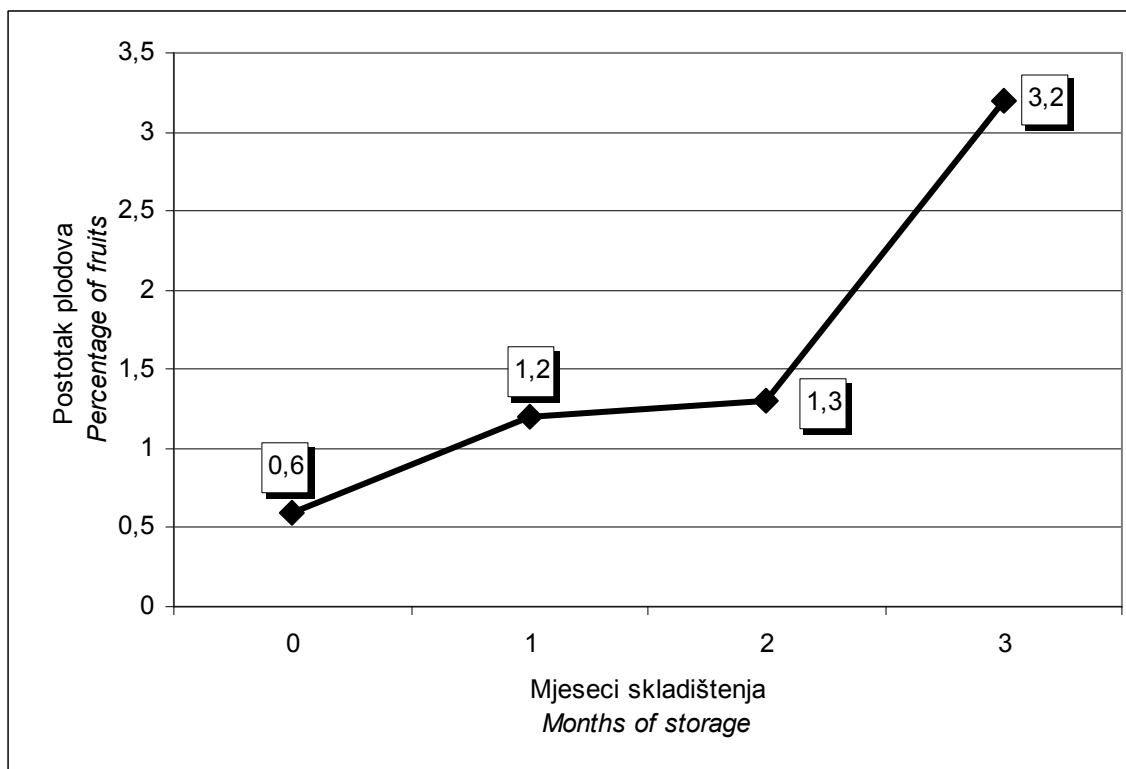
^a na 1000 pregledanih plodova - out of 1000 examined fruits

^b broj plodova zahvaćenih pojednom bolesti - number of fruits affected with particular disease

^c ukupan broj oboljelih plodova - total number of diseased fruits

Slika 4. Utvrđene bolesti u odnosu na ukupan broj bolesnih plodova nakon tri mjeseca skladištenja^a

Figure 4. Post-harvest diseases on fruits out of the total number of diseased fruits after three months of storage^a



Slika 5. Postotak ukupno bolesnih plodova od berbe do kraja skladištenja

Figure 5. Percentage of diseased fruits from the harvest to the end of storage

Xu i Robinson (2000.) dokazali su da *M. fructigena* može prodrijeti u plod jabuke samo kroz rane. Najveći broj plodova zaraženih monilijskom truleži, u odnosu na druge bolesti, u razdoblju skladištenja u našem pokusu moguće je objasniti značajnim inokulumom u voćnjaku (zaraženi i otpali plodovi s obilatim sporulacijom), ali i nedovoljnom selekcijom plodova u toku berbe (branje već zaraženih plodova) i kasnijom manipulacijom, koja je uvjetovala ranjavanje određenog broja plodova i otvaranje ulaznoga puta za infekciju u skladištu.

Po relativno visokom postotku plave i sive plijesni među bolesnim plodovima u razdoblju skladištenja, može se zaključiti kako je u skladište, osim inokuluma *M. fructigena*, dospio i značajan inokulum gljiva *B. cinerea* te *Penicillium* vrsta, prvenstveno *P. expansum*. Navedene gljive mnogi autori ubrajaju u najznačajnije uzročnike skladišnih bolesti jabuke (Tronsmo i Raa, 1977.; Sanderson i Spotts, 1995.; Fallik i sur., 1996.) pa je njihova prisutnost bila očekivana.

Fuzarijska trulež (*Fusarium* spp.), gorka trulež (*Colletotrichum gloeosporioides*) i fomopsis (*Phomopsis mali*) registrirani su u vrlo niskome postotku, ukupno svega četiri ploda na 5000 pregledanih. *Fusarium* vrste i *P. mali* rijetko se spominju kao uzročnici gubitaka uskladištenih jabuka. Babović i sur. (1979.) spominju *Fusarium lactis* kao uzročnika bolesti u skladištu, dok Puia i sur. (2004.) nalaze *Fusarium* vrste na 1-5% trulih plodova kultivara Jonathan tokom 6 mjeseci skladištenja. Rosenberger i Burr (1982.) navode *P. mali* kao uzročnika truleži oko 5% plodova kultivara Spartan, uskladištenih u uvjetima kontrolirane atmosfere. Suprotno ograničenome značaju fuzarijske truleži i fomopsisa na uskladištenim jabukama, *Colletotrichum acutatum* i *C. gloeosporioides* mnogi autori ubrajaju među najznačajnije uzročnike kvarenja uskladištenih jabuka (Taylor, 1971., Shi i sur., 1996.), pa stoga samo jedan zaraženi plod od 5000 ispitanih tijekom istraživanja predstavlja, donekle, neočekivan rezultat. Zanimljivo je spomenuti kako među uzročnicima truleži nije pronađena gljiva *Cylindrocarpon mali* (*Nectria galligena*), za koju se, prema većem broju zapaženih rak-rana na stablima, pretpostavlja da je proširena u voćnjaku.

Rezultati inokulacije zdravih plodova jabuke s izolatima gljiva prikazani su u Tablici 2. Između pojedinih izolata utvrđene su značajne razlike u površini truleži nakon 28 dana. Pri temperaturi od 22°C najbrže su se razvijali izolati vrste *M. fructigena*. Spomenute gljive uzrokovale su potpunu trulež plodova već nakon 14 dana. Stromatske nakupine (početak fruktifikacije) *M. fructigena* počele su izbijati iz umjetno zaraženih plodova već sedmi dan. Mogućnost brze kolonizacije plodova jabuke pri

22°C ostvarile su i vrste *P. expansum*, *B. cinerea* i *C. gloeosporioides*. Izolati *P. expansum* Pc-ex 2 i *B. cinerea* Bot 1A nisu se značajno razlikovali od izolata *M. fructigena*. *P. mali* na inokuliranim plodovima razvijao se sporim intenzitetom, sedam dana nakon inokulacije na plodovima nije bilo vidljivoga razvoja truleži. Ipak, nakon 28 dana, površina nekroze iznosila je 20,8 cm², čime je potvrđeno da *P. mali* može uzrokovati trulež uskladištenih plodova jabuke. *F. avenaceum* i *F. moniliforme* slabije su se razvijali na inokuliranim plodovima pri 22°C, u odnosu na ostale vrste gljiva. Na kontrolnim inokulacijama čistim agarom nije bilo razvoja truleži.

Pri 4°C izmjerene površine zahvaćene truleži na svim inokuliranim plodovima bile su znatno manje u usporedbi s inokulacijom pri 22°C, što je posljedica sporijega razvoja gljiva pri niskim temperaturama. U takvim uvjetima na plodovima su se najintenzivnije razvijali izolati vrste *Botrytis cinerea*, a nakon 28 dana značajniju trulež plodova uzrokovao je izolat *M. fructigena* Mon 1A, koji se nije značajno razlikovao od izolata *B. cinerea*, te izolati *P. expansum* Pc-ex 2 i Pc-ex 5.

Provedeni pokus inokulacije potvrdio je da niska temperatura (4°C) usporava, ali ne zaustavlja razvoj najznačajnijih vrsta gljiva uzročnika skladišnih bolesti jabuke, što potvrđuju istraživanja drugih autora. Sanderson i Spotts (1995.) u pokusima s inokulacijom *P. expansum* na plodovima kruške registrirali su intenzivan rast gljive pri 4°C i promjer nekroze od 22 mm nakon četiri tjedna. Lakshminarayana i sur. (1987.) dokazali su da *B. cinerea* može inficirati i razvijati se na plodovima jabuke pri 5 °C. Za vrstu *M. fructigena*, Babović i sur. (1979.) navode da se može razvijati i pri temperaturi od 0°C.

Na 4°C izolati *P. mali* i *F. avenaceum* slabije su se razvijali, dok izolati *F. moniliforme* i *C. gloeosporioides* nisu uzrokovali nikakve promjene na inokuliranim plodovima pri spomenutoj temperaturi. Očigledno je da su posljednje dvije navedene vrste termofilnije u odnosu na ostale uključene u ispitivanje.

ZAKLJUČAK

Na plodovima jabuke kultivara Idared uzgajanim u uvjetima intenzivne agrotehnike, od trenutka berbe 16. listopada 2004. do završetka skladištenja 15. siječnja 2005., utvrđen je veći broj gljiva uzročnika patoloških promjena na plodovima. U trenutku berbe utvrđeno je 0,6% plodova zaraženih gljivom *Monilia fructigena*. Nakon mjesec dana skladištenja 0,7% plodova bilo je zahvaćeno smeđom truleži (*M. fructigena*), 0,2% plavom plijesni (*Penicillium* spp.) i 0,2% sivom plijesni (*Botrytis cinerea*). Slijedeći mjesec registrirano je 0,5% plodova zahvaćeno smeđom truleži, 0,3% plavom plijesni i 0,2% sivom plijesni. U trećem mjesecu registrirano je 1,8% plodova zaraženih smeđom truleži, 1,1% plavom plijesni i 0,3% sivom plijesni. U vrlo niskome postotku utvrđena je gorka trulež (*Colletotrichum gloeosporioides*), fomopsis (*Phomopsis mali*) i fuzarijska trulež (*Fusarium* spp.) uskladištenih plodova jabuke. U testovima provjere patogenosti izolata na 22°C, vrste *M. fructigena*, *Penicillium expansum*, *B. cinerea*, *P. mali*, *C. gloeosporioides*, *Fusarium avenaceum* i *F. moniliforme* uzrokovale su simptome truleži, a najbrže su se razvijali izolati *M. fructigena*. Pri 4°C najbrže su se razvijali izolati *B. cinerea*, dok *C. gloeosporioides* i *F. moniliforme* nisu izazvali simptome truleži. Od utvrđenih bolesti u skladištu jedino je smeđa trulež (*M. fructigena*) registrirana u polju.

LITERATURA

1. Babović, M., Perišić M., Marković S., Stojanović S., Pantelić Ž. (1979.): Proučavanje uzroka propadanja plodova jabuke u uslovima skladištenja. Zaštita bilja 30, 83 .– 87.
2. Berrie, A. M. (1989): Storage rots of apple and pear in South East England 1980 – 1989: incidence and fungicide resistance. IOBC Bulletin, Vol. II, Integrated Control of Pome Fruit Diseases. Locarno, Switzerland: IOBC, 229 – 239.
3. Cvjetković, B., Šmit-Klokočar Z., Hribar, J. (1985.): Promjene voća u procesu čuvanja prouzrokovane saprofitima i parazitima i njihovo sprječavanje. Zbornik radova: Voće od berbe do potrošača. Zadar, 22.- 24.10.1985, 117-127.
4. Fallik, E., Grinberg, S., Gambourg, M., Klein, J. D., Lurie, S. (1996): Prestorage heat treatment reduces pathogenicity of *Penicillium expansum* in apple fruit. Plant Pathology 45, 92–97
5. Hellman, M. (1998): *Monilia fructigena* – fruit rot in apple after artificial infraction of fruit skin in the summertime. Acta Horticulturae 466, 149– 153.

6. Holb, I. (2004): Yield Loss and Disease Development of *Monilinia fructigena* (Aderh. & Ruhl.) Honey in an Organic Apple Orchard. *Journal of Agricultural Sciences*, 15, 6–8.
7. Lakshiminarayana, S., Sommer, N. F., Polito, V., Fortlage, R. J. (1987): Development of Resistance to Infection by *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in Wounds of Mature Apple Fruits. *Phytopathology* 12, 1674–1678.
8. Puia, C., Oroian, I., Florian, V. (2004): Effect of Ozone Exposure on Phytopathogenic Microorganisms on Stored Apples. *Journal of Agricultural Sciences*, 15, 9–13.
9. Rosenberger, D. A., Burr, T. J. (1982): Fruit Decays of Peach and Apple Caused by *Phomopsis mali*. *Plant Disease* 11, 1073–1076.
10. Shi, Y. L., Correll, J. C., Guerber, J. C. (1996): Frequency of *Colletotrichum* causing bitter rot of apple in the southeastern United States. *Plant Disease* 80, 692–696.
11. Snowdon, L. A. (1990): *A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits & Vegetables*. Wolfe Scientific Ltd, London.
12. Taylor, J. (1971): Epidemiology and Symptomatology of Apple Bitter Rot. *Phytopathology* 8, 1028–1029.
13. Tronsmo, A., Raa, J. (1977): The life cycle of the dry eye rot pathogen *Botrytis cinerea* Pers. on apple. *Phytopathologische Zeitschrift* 89, 203–207.
14. Van Leeuwen, G. C., Stein, M., Holb, I., Jeger, M. J. (2000): Yield loss caused by *Monilia fructigena* in Dutch orchards. *European Journal of Plant Pathology* 75, 534–432.
15. Xu, X.-M., Robinson, J. D. (2000): Epidemiology of brown rot (*Monilinia fructigena*) on apple: infection of fruits by conidia. *Plant Pathology* 49, 201–207.

DYNAMICS AND INTENSITY OF APPLE DISEASE DEVELOPMENT DURING ITS STORAGE

SUMMARY

*Post-harvest apple fruit diseases are primarily caused by fungi. The object of this research was to quantify yield loss caused by post-harvest diseases and to determine fungal species responsible for storage rots on the cv. Idared during three months of storage, as well as to compare the development of fungi inoculated on apple fruits in the laboratory conditions. Only fruits with the visible rot symptoms were regarded as "diseased". Total yield loss during all three months of storage was 1.9%. The percentage of diseased fruits increased from the harvest moment to the end of storage. The most frequent cause of post-harvest rot in all assessments was *Monilia fructigena*. *Penicillium* species and *Botrytis cinerea* were present in relatively high percentage. All fungal isolates from diseased fruits caused fruit rot when inoculated on apples and incubated for 28 days at 22°C. On fruits inoculated with the same isolates and incubated at 4°C rot development was slower. Isolates of *M. fructigena* developed most rapidly on inoculated fruits at 22°C, while the isolates of *B. cinerea* developed most rapidly at 4°C.*

Key-words: apple, post-harvest diseases, fruit rot

(Primljeno 18. srpnja 2006.; prihvaćeno 31. listopada 2006. - Received on 18 July 2006; accepted on 31 October 2006)