

**Zdravka SEVER, Tihomir MILIČEVIĆ**

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za fitopatologiju

zsever@agr.hr

## BOLESTI USKLADIŠTENIH GOMOLJA KRUMPIRA

### SAŽETAK

Krumpir se dugotrajno skladišti da bi se osigurala dovoljne količine gomolja za potrošnju u svježem stanju i za prerađivačku industriju. Tijekom skladištenja nastaju gubitci zbog procesa respiracije i transpiracije gomolja, a dodatne štete uzrokuju bolesti i poremećaji. Jedan od najvažnijih čimbenika propadanja gomolja tijekom skladištenja jesu i fitopatogene gljive, uzročnici bolesti tipa truleži, poput vrsta roda *Fusarium* Link, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *P. erythroseptica* Pethybr. i *Pythium* spp. Pringsh. Neki uzročnici bolesti, poput *Helminthosporium solani* Durieu & Mont i *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn narušavaju izgled gomolja i time smanjuju njihovu tržišnu vrijednost. U ovom radu ukratko su opisane simptomatologija i biologija navedenih uzročnika bolesti te mjere suzbijanja bolesti uskladištenih krumpira.

**Ključne riječi:** krumpir, skladištenje, *Fusarium* spp., *Phytophthora infestans*, *Phytophthora erythroseptica*, *Pythium* spp. *Helminthosporium solani*, *Rhizoctonia solani*

### UVOD

Skladištenje gomolja krumpira prijeko je potrebno da bi se osigurala opskrba tržišta krumpirom tijekom cijele godine. Na kvalitetu čuvanja utječu ovi čimbenici: sortiment, uvjeti proizvodnje, klimatske prilike u vrijeme vađenja, rukovanje gomoljima pri vađenju, transportu i sortiranju, infekcija uzročnicima bolesti, uvjeti skladištenja itd. Tijekom skladištenja nastaju gubitci u masi i kvaliteti gomolja zbog procesa disanja, klijanja, promjena u kemijskom sastavu, isparavanja vode i transpiracije. Međutim, gomolji su krumpira, s obzirom na kemijski sastav i visok sadržaj vode (63–87 %), povoljan supstrat za razvoj gljiva i bakterija, a bolesti krumpira u skladištu često su uzrokovane abiotskim čimbenicima. Napadu patogena najpodložniji su gomolji sa oštećenom ili nedozrelom pokožicom koja se ljušti te vlažni gomolji, iako gljive i bakterije mogu prodrijeti u gomolj i putem prirodnih otvora, lenticela. Prosječni prirodni gomolja krumpira u Hrvatskoj vrlo je nizak pa ako tome pridodamo gubitke zbog bolesti i poremećaja tijekom skladištenja, dovodi se u pitanje rentabilnost proizvodnje.

Najčešći uzročnici truleži gomolja krumpira jesu *Fusarium* spp. Link, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *P. erythroseptica* Pethybr., *Erwinia* spp., *Phoma* spp. Sacc., *Pythium* spp. Pringsh. i drugi. Uzročnici bolesti koje se mogu javiti u skladištu, a ne uzrokuju trulež već narušavaju izgled gomolja te time smanjuju kvalitetu i tržišnu vrijednost gomolja i povećavaju troškove

prerade jesu: *Helminthosporium solani* Durieu & Mont., *Streptomyces scabies* (Thaxt.) Lambert and Loria, *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. itd.

### SUHA TRULEŽ GOMOLJA (*Fusarium* spp.)

Suha trulež gomolja jedna je od najvažnijih bolesti gomolja krumpira jer može uzrokovati velike gubitke tijekom skladištenja, ali i u razdoblju vegetacije. U SAD-u su zabilježene štete u sjemenskim usjevima do 25 %, a u skladištu može biti inficirano do 60 % gomolja (Wharton i sur., 2007). Uzočnici bolesti jesu vrste roda *Fusarium*: *Fusarium coeruleum* Lib. Ex Sacc., *F. sambucinum* Fückel, *F. avenaceum* te *F. solani* (Mart.) Sacc ((Wharton i sur., 2007; Ocamb i sur., 2006, Leslie i Summerell, 2006). Budući da su to stanovnici tla i paraziti rana, intenzitet suhe truleži u skladištu ovisi o mehaničkom oštećivanju gomolja



**Slika 1.** Suha trulež gomolja  
*Fusarium* sp. (snimio B. Cvjetković)

pri strojnom vađenju, transportu i sortiranju. Bolesti su podložni i gomolji oslabljeni zbog napada drugih patogena, poput *P. infestans*. Infekcije nastaje u tlu ili tijekom vađenja. Karakteristični simptomi bolesti javljaju se nakon nekoliko tjedana skladištenja u obliku sitnih pjega smeđe boje na pokožici gomolja. Bolest se širi u unutrašnjost gomolja, a pokožica iznad zaraženoga tkiva ulegne i nabire se, često u koncentričnim krugovima. Zaraženo tkivo odumire, tamnosmeđe je boje, zbog gubitka vode stvaraju se šupljine, djelomično ispunjene micelijem gljive, a nakupine konidija u obliku jastičića (sporodohija) pojavljuju se na površini gomolja. Konačno cijeli zaraženi gomolj istruli i smežura se (Kostić i Milošević, 1994). U neadekvatnim uvjetima skladištenja neke *Fusarium* vrste mogu uzrokovati i vlažnu trulež (Snowdon, 1990).

### SREBROLIKOST GOMOLJA KRUMPIRA (*Helminthosporium solani* Durieu & Mont)

Srebrolikost gomolja krumpira bolest je koju uzrokuje gljiva *Helminthosporium solani* Durieu & Mont. Bolest je proširena u svim područjima uzgoja krumpira u svijetu te joj se u zadnjih dvadesetak godina pridaje sve veća važnost. Gljiva napada pokožicu gomolja, narušava izgled te time smanjuje tržišnu vrijednost krumpira i povećava troškove prerade krumpira u pomfrit ili čips. Iako se gomolji zaraženi srebrolikošću smiju koristiti u ishrani ljudi, zabilježeno je više slučajeva povratka pošiljki krumpira zbog zaraze tim

patogenom, što je vjerojatno povezano i s povećanim zahtjevima tržišta i prerađivačke industrije glede zdravstvenoga stanja gomolja (Errampalli i sur., 2001). U zadnjih je nekoliko godina bolest sve češća te je pronađena na gotovo svim ispitivanim kultivarima krumpira na području Hrvatske: Jaerla, Aladin, Kondor, Monalisa, Cleopatra, Desireé, i dr. (Šubić, 2009; Miličević, 2001). To je posljedica neotpornosti kultivara i nedovoljne učinkovitosti fungicida (Errampalli i sur., 2001). Sadnja zaraženih gomolja najčešće nema utjecaja na visinu prinosa, ali ipak su zabilježeni gubici u prinosu kultivara Aladin 30 % pri sadnji 60 do 100 % zaraženoga sjemenskog materijala (Šubić, 2009).

Simptomi bolesti javljaju se isključivo na gomoljima u obliku srebrenkastih, okruglastih pjega, pojedinačnih ili međusobno spojenih (Mérida i sur., 1994), a mogu i prekriti pokožicu gomolja. Patogen živi samo u površinskom sloju pokožice, koji se odvaja od ostaloga dijela staničja, pa ulazi zrak i nastaje refleksija svjetlosti, što rezultira pojavom srebrolikosti, po čemu je bolest i dobila ime. S vremenom zaraženi dijelovi pokožice poprimaju tamniju boju zbog pojave micelarnih nakupina i sporulacije gljive, osobito ako se zaraženi gomolji čuvaju pri temperaturi 20-25 °C i vlažnosti 90 %. Zaraženi gomolji zbog oštećene pokožice brže gube vodu i smežuravaju se, a podložniji su napadu drugih parazita.

Osnovni izvor primarnih infekcija jest zaraženi sadni materijal, iako se gljiva *H. solani* može održati u saprofitskoj fazi na biljnim ostatcima u tlu. Infekcije nastaje putem lenticela na gomoljima krumpira. U uvjetima skladištenja povoljnim za razvoj gljive moguća je sporulacija i ostvarenje sekundarnih infekcija konidijama (Mérida i sur., 1994). Razvoj patogena i sporulacija moguća je pri temperaturama od 2 do 27 °C uz relativnu vlažnost zraka od 85 do 100 %, a najpovoljniju 90 %. Pri temperaturama manjim od 9 °C i relativnoj vlažnosti zraka manjoj od 80 % razvoj srebrolikosti ograničen je, a pri 2 °C uz vlažnost zraka manju od 55 % rast gljive *H. solani* potpuno prestaje (Rodrigues i sur., 1996).

#### KRUMPIROVA PLIJESAN [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]

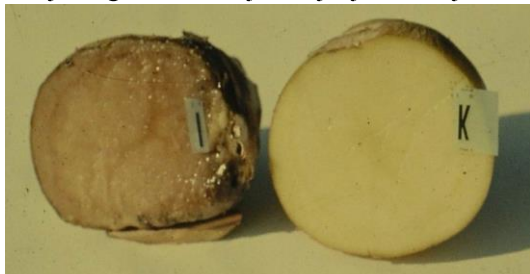
Uzročnik bolesti jest gljiva *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, koja osim nadzemnoga dijela biljke može zaraziti i gomolje te uzrokovati znatne gubitke u vegetaciji i tijekom skladištenja (Zimnoch-Guzanowska i Zoteyeva, 2004).

Simptomi na gomoljima najčešće se javljaju dva do tri tjedna nakon vađenja. Na zaraženim gomoljima javljaju se nepravilne pjege plavo smeđe boje, blago ulegnute u tkivo. Na presjeku ispod pjega uočava se zaraženo tkivo crvenkasto smeđe boje, ali ne duboko (5 do 15 mm). U lošim uvjetima skladištenja gomolji zaraženi plamenjačom pogodan su supstrat za naseljavanje drugih uzročnika bolesti, što rezultira propadanjem gomolja i većim gubitcima u skladištu.

#### RUŽIČASTA TRULEŽ GOMOLJA (*Phytophthora erythroseptica* Pethybr)

Uzročnik ružičaste truleži krumpira jest gljiva *Phytophthora erythroseptica*

Pethybr. U nas je prvi put opisana je 1952. (Lušin). Osim navedene vrste i *Phytophthora cryptogea* može izazvati slične promjene na gomolju (Cvjetković 1982). Razvoju bolesti pogoduju niže temperature i vlažna, slabo drenirana tla. Infekcija gomolja nastaje preko stolona, lenticela ili okaca. Simptomi bolesti najčešće su vidljivi prilikom vađenja krumpira. Pokožica je tamnije, smeđe boje na zaraženom dijelu gomolja, a tkivo ispod tamno smeđe do crne boje. Jasno je vidljiva granica lezije, koja je tamnijom bojom odvojena od zdravoga tkiva.



**Slika 2.** Ružičasta gnjiloća I=zaraženi, K=zdravi gomolj (snimio B. Cvjetković)

Zaraženi gomolji gumasti su ili spružvasti. Ružičasta obojenost zaraženoga tkiva javlja se na presjeku gomolja kroz 15 do 20 minuta zbog oksidacije, a zatim tamni do pojave crne boje, što se može koristiti u dijagnostici. Ako se zaraženi gomolji stisnu, iz njih izlazi prozirna tekućina i tkivo se ne vraća u početni oblik.

## VODENA TRULEŽ GOMOLJA (*Pythium* spp. Pringsh.)

Vrste gljiva roda *Pythium* Pringsh. stanovnici su tla, u kojem se održavaju u saprofitskoj fazi na biljnim ostatcima. Međutim, prelaskom na parazitski način života sposobne su napasti mnogo različitih vrsta biljaka, uzrokujući simptome poput polijeganja rasada, truleži korijenova vrata te vodene truleži gomolja krumpira.

Simptomi bolesti javljaju se ubrzo nakon skladištenja, međutim često nisu vidljivi na pokožici. Zaraženo tkivo u unutrašnjosti gomolja jasno je odvojeno od zdravoga tkiva tamnijom linijom, vodenasto je, svijetlo žute do smeđe boje. Vodenasti eksudat oslobada se prilikom oštećenja pokožice zaraženoga gomolja te se tako infekcija širi na okolne gomolje. Vanjski simptomi mogu se pojaviti kao metaln sivo do smeđe obojenje pokožice. Simptomi bolesti mogu se zamijeniti s crnim srcem, međutim razlika je u pojavi vodenastog eksudata u infekciji s *Pythium* spp.

Infekcija gomolja najčešće nastaje kroz ozljede nastale tijekom vađenja krumpira. Razvoju bolesti pogoduju temperature više od 25 °C i pri njima zaraženi gomolji istrunu u skladištu u nekoliko dana.

## BIJELA NOGA KRUMPIRA [*Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk, *Rhizoctonia solani* Kühn]

*Rhizoctonia solani* Kühn polifagna je gljiva prisutna kao saprofitski micelij u većini poljoprivrednih zemljišta. Najčešće napada podzemne organe krumpira, ali u povoljnim klimatskim uvjetima za razvoj gljive može se na prizemnom dijelu stabljike formirati savršeni stadij patogena *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk.

Najuočljiviji simptom jesu tamno smeđe do crne tvorbe veličine nekoliko milimetara tzv. sklerociji na pokožici gomolja. Mogu se zamijeniti s komadićima tla, međutim, sklerociji se ne mogu isprati vodom. Ne uzrokuje štete na samim gomoljima, ali smanjuje tržišnu vrijednost. *R. solani* ponajveći je problem u sjemenskoj proizvodnji krumpira. Ako se sade takvi gomolji, micelij razvijen iz sklerocija može zaraziti mlade klice, koje propadnu pa ostanu plješine u polju, ili korijen. Bus grmolikog oblika posljedica je ranijeg napada na korijen. Gljiva može parazitirati i na podzemnom dijelu stabljike, na kojoj nastaju smeđe, duguljaste lezije, a ako prstenasto zahvati stolone, smanjit će se broj i veličina gomolja. Na pokožici gomolja napadnutih u vrijeme intenzivnoga porasta formiraju se nekroze nalik krastavosti.

**PJEGAVOST POKOŽICE GOMOLJA KRUMPIRA** [*Polyscytalum pustulans* (Owen & Wakef.) M.B. Ellis] opisana je u Glasilu biljne zaštite 2012 br. 5/445-448

## ZAŠTITA KRUMPIRA OD SKLADIŠNIH BOLESTI

Osnovna preventivna mjera zaštite od pojave bolesti krumpira u skladištu jest sadnja zdravog i kvalitetnog sjemenskoga krumpira u plodoredu. U Hrvatskoj dozvolu za prskanje sjemenskoga krumpira ima fungicid iprodion za suzbijanje gljive *R. solani*. Većina bolesti uskladištenoga krumpira prisutna je i u polju tijekom vegetacije. Stoga, kvalitetna zaštita usjeva tijekom vegetacije uvelike utječe na zdravstveno stanje gomolja tijekom skladištenja. Krumpir treba vaditi kada je lišće potpuno osušeno, tj. kad je formirana čvrsta pokožica. U sjemenskoj proizvodnji i planinskim područjima provodi se kemijsko (desikacija) ili mehaničko uništavanje cime dva do tri tjedna prije vadenja da bi pokožica dozorila. Vadenje treba obavljati pri suhom i lijepom vremenu, a izvađeni gomolji ne smiju biti izloženi sunčanoj svjetlosti da se ne bi nakupljao otrovni alkaloid solanina, jer takvi gomolji nisu pogodni za ljudsku ishranu.

Skladištiti treba zdrave i suhe gomolje bez ostataka tla jer zaraženi gomolji i ostatci tla jesu izvor inokuluma za daljnje širenje bolesti u skladištu. Pažljivim vadenjem gomolja i pažljivim rukovanjem u transportu i sortiranju treba smanjiti mehaničke ozljede. Da bi se spriječilo širenje uzročnika bolesti, pribor, uređaji, palete, prazna skladišta i prostorije s uređajima nakon posljednjeg ili prije svakog ponovnog korištenja mogu se dezinficirati nakon temeljitoga čišćenja polijevanjem ili prskanjem s 2 %-tnom otopinom pripravka Menno florades (benzojeva kiselina i emulgatori).

Manjim proizvođačima krumpira preporučuje se gomolje nakon vadenja ostaviti odstajati 24 sata na hrpi u sjenovitom i ne previše vlažnom mjestu. Zatim gomolje treba sortirati, izdvojiti mehanički oštećene gomolje i gomolje s vidljivim simptomima zaraze. Priručna skladišta trebala bi biti čista, zamračena i prohodna, a trebala bi se moći i provjetriti. Prije dugotrajnoga skladištenja gomolji se mogu podvrgnuti procesu ozdravljenja, kojim se potiče zarastanje rana i jačanje pokožice, što onemogućuje prodor mnogim patogenima i smanjuje prekomjeran gubitak vode. Preporučuje se da se gomolji drže 10 do 14

dana pri 13 do 15,5 °C i pri relativnoj vlažnosti zraka 92 do 97 % uz aktivnu ventilaciju jedan do dva sata na dan. Zatim treba postupno spuštati temperaturu do željene temperature skladištenja. Za sjemenski krumpir temperatura se snižava za 1 °C kroz jedan do dva dana, a do konačne temperature od 3 do 4 °C; odnosno za konzumni krumpir temperatura se snižava za 1 °C kroz 3 do 4 dana do konačne temperature od 4,5 do 5,5 °C (Errampalli i sur., 2001). Krumpir za industrijsku preradu treba se skladišti pri temperaturama od 8 do 10 °C, uz postupno spuštanje temperature od 1 °C tjedno. Tijekom skladištenja potrebno je održavati visoku relativnu vlažnost zraka od 92 do 97 % za zdrave, suhe gomolje, te 85 do 90 % za vlažne, problematične gomolje. Ventilacija zraka u skladištu osigurava hlađenje i sušenje gomolja, dovod svježega zraka, uklanjanje ugljičnog-dioksida, viška topline i vlage te održavanje jednolične temperature u skladištu. Najpovoljniji uvjeti u skladištu postižu se cirkulacijom zraka kroz gomilu krumpira i iznad nje jer se tako sprječava kondenzacija i vlaženje gomolja.

Nakon skladištenja, a prije daljnjeg rukovanja potrebno je gomolje zagrijati na najmanje 7,2 °C.

## POTATO STORAGE DISEASES

### SUMMARY

Potato tubers are stored after harvest in order to provide market with fresh and processing potatoes yearlong. Losses of potatoes during storage are due to transpiration and respiration as well as diseases and disorders. Many plant pathogenic fungi can cause rots of potatoes in storage, e.g. *Fusarium* spp. Link, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *P. erythroseptica* Pethybr. and *Pythium* spp. Pringsh. Species like *Helminthosporium solani* Durieu & Mont and *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn have cosmetic effect on tubers, and therefore reduce value of potatoes. In this review symptomatology, biology and disease management of potato storage pathogens mentioned above are briefly discussed.

**Key words:** potato, storage, *Fusarium* spp., *Phytophthora infestans*, *Phytophthora erythroseptica*, *Pythium* spp. *Helminthosporium solani*, *Rhizoctonia solani*.

### LITERATURA

**Cvjetković, B.** (1982). Neke vrste roda *Phytophthora* u nas s posebnim osvrtom na metode izolacije, Disertacija, Fakultet poljoprivrednih znanosti-Zagreb, 1-167.

**Errampalli, D., Saunders, J. M., Holley, J.D.** (2001). Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato. *Plant Pathology*, 50 (2), 141-153.

**Kostić, V., Milošević, D.** (1994). Rezultati preliminarnih istraživanja otpornosti krtola nekih sorti krompira prema uzročniku suve trulaži (*Fusarium* spp.). Zbornik radova Proizvodnja hrane i energije – III savetovanje mladih istraživača Srbije, Beograd. 390-395.

- Leslie, J.F., Summerell** (2006). The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Ames, SAD.
- Lušin, V.** (1952). Ružičasta gnjiloća krumpira (*Phytophthora erythroseptica* Pethybr.) Zaštita bilja, 9; 64-69
- Mérida, C. L. and Loria, R.** 1994. Survival of *Helminthosporium solani* in soil and in colonization of senescent plant tissue. American Potato Journal 71:591-598.
- Miličević, T.** (2001). Srebroolikost gomolja krumpira (*Helminthosporium solani* Durieu & Mont., syn. *Spondylocladium atrovirens* Harz). Glasilo biljne zaštite 2:100.
- Ocamb, C.M., Hamm, P.B., Johnson, D.A.** (2006). Benzimidazole resistance of *Fusarium* species recovered from potatoes with dry rot from storages located in Columbia Basin of Oregon and Washington. American Journal of Potato Research, 84:169-177.
- Rodriguez, D.A., Secor, G.A., Gudmestad, N.C., Franci, L.J.** (1996). Sporulation of *Helminthosporium solani* and infection of potato tubers in seed and commercial storages. Plant Disease, 80, 1063–1070.
- Snowdon, A.L.** (1990). A Colour Atlas of Post-harvest Diseases and Disorders of Fruits & Vegetables. Volume 2: Vegetables. Wolfe Scientific Ltd, London, England. 296-343.
- Šubić, M.** (2009). Srebrna, obična i prašna krastavost gomolja krumpira. (www.agroklub.com), pristupljeno 19. travnja 2013
- Wharton, P., Hammerschmidt, R., Kirk, W.** (2007). Fusarium dry rot. Extension Bulletin. (www.potatodiseases.org), pristupljeno 15. travnja 2013.
- Zimnoch-Guzanowska, E., Zoteyeva, N.M.** (2004). A new method for evaluation of potato tubers resistance to *Phytophthora infestans*. Mikologiya and Fitopatologiya, 38, (1), 89-93.