

ĀBOLU PUVES IEROSINĀTĀJU SPEKTRS GLABĀŠANĀS LAIKĀ SPECTRUM OF APPLE ROT CAUSAL AGENTS DURING STORAGE

Ance Simtniece¹, Gunita Bimšteine¹, Jūlija Vilcāne²

¹LLU Lauksaimniecības fakultāte, ²Latvijas Augu aizsardzības pētījumu centrs
Gunita.Bimsteine@llu.lv

Abstract. Apple rot is the most important cause of yield losses during storage. The average losses can be estimated around 40% and it depends on apple variety, meteorological situation during vegetation season and quality of storage conditions as well. The most important pathogens caused by apple rot are fungi from families: *Neofabraea*, *Colletotrichum*, *Monilinia*, *Botrytis* and *Penicillium*. Infection by some pathogens occurs mainly in the orchards but remain latent until storage, other infections occurs only during storage. The ten different apple varieties were tested during storage season 2015/2016. All apples with rot symptoms were collected and analysed all along storage, at different times. The causal agents were identified based on symptoms, formation and colour of acervuli and conidia on the fruit surface. Totally 394 samples were analysed and 10 different causal agents of rot detected. The incidence of causal agents varied 1–35%. During first assessment the dominant were rot caused by families from *Neofabraea*, *Monilinia*, *Alternaria*, *Cladosporium* and *Botrytis*. Whereas, during the last assessment, the spectrum of causal agents changed and dominant species were – *Colletotrichum*, *Neofabraea*, *Fusarium* and *Penicillium*. The severity of apple rot mostly depended on apple variety and time of assessment.

Key words: storage disease, bull's eye rot, bitter rot, *Colletotrichum*, *Neofabraea*.

Ievads

Ābolu audzētājiem, jo īpaši tiem, kas ābolus ilgstoši uzglabā, ābolu puves var radīt ievērojamus ražas zudumus. Zudumi var būt pat līdz 40% un to ietekmē gan meteoroloģiskie apstākļi, kādi bijuši veģetācijas sezonas laikā, gan arī audzēšanai izvēlēta ābolu šķirne (Michalecka et al., 2015; Vico et al., 2015; Wenneker et al., 2015). Ābolu puves ierosinātāji biežāk ir no sēņu valsts, un, kaut arī inficēšanās ir notikusi jau veģetācijas perioda laikā, slimība aktīvāk attīstās tieši glabātuvēs.

Sēņu ierosinātās ābolu puves nosacīti varētu iedalīt divās grupās – “latentās inficēšanās” rezultāts un “virsmas bojājuma” sekmētās jeb sekundārās puves. Pie pirmās grupas pieder puves, kuras ierosina sēnes no ģintīm *Neofabraea*, *Neonectria* un *Colletotrichum*, kā arī *Monilinia* un *Botrytis*, kuru radītie bojājumi dažkārt ražas novākšanas laikā nav redzami, bet attīstās glabātavā un inficē blakus esošos augļus, rezultātā veidojot t. s. „ligzdas” jeb vairākus puves bojātus augļus vienkopus. Pie otrās grupas pieskaitāmas galvenokārt sēnes no *Penicillium* un *Cladosporium* ģintīm, kuras inficē ābolus caur bojājumiem mizā, tie var būt gan mehāniski bojājumi, gan kraupja bojājumi. (Wenneker et al., 2015; Børve and Stensvand, 2015).

Latvijā veiktajos pētījumos par augļaugu nozīmīgākajām slimībām un to ierobežošanas iespējām, tai skaitā ābolu puvēm glabāšanās laikā, konstatēts, ka nozīmīgākie slimību ierosinātāji ir sēnes no ģintīm *Monilinia*, *Neofabraea*, *Colletotrichum* un *Alternaria* (*Nozīmīgākie kaitīgie organismi...*). Sēnes no *Neofabraea* ģints ierosina ābolu puvi, kuras latviskais nosaukums ir vēršacs puve (angliski *bull's eye rot*). Izpētīts, ka slimību ierosina trīs dažādas sugas *N. alba*, *N. malicortis* un *N. perennans* (Sutton et al., 2014; Michalecka et al., 2015). Uz šo brīdi Latvijā diagnosticētas tikai divas pirmās no minētajām sugām (Volkova, Juhņeviča-Radenkova, 2015). Biežāk šīs slimības simptomi novērojami uz pilnīgi gataviem āboliem – veidojas tumši (dažāda diametra) plankumi ar izteiktu gaišāku centrālo daļu. Ierosinātāja sporu masa – apmāļi viegli rozā vai krēmkrāsā, izvietoti pa visu plankumu (Sutton et al., 2014; Volkova, Juhņeviča-Radenkova, 2015).

Sēnes no *Colletotrichum* ģints ierosina ābolu rūgto puvi (angliski *bitter rot*). Biežāk, kā ierosinātājus min *C. acutatum* un *C. gloeosporioides* sugu kompleksus (Damm et al., 2012.). Biežāk sastopamās sugas, kas pieder šiem kompleksiem ir *C. godetiae*, *C. nyphaea*, *C. fiorianei* un citas retāk atrastas sugas. (Sutton et al., 2014; Børve and Stensvand, 2015). Āboli ar šo puvi var inficēties tūlīt pēc aizmešanās. Pirmie slimības simptomi ir sīki pelēkbrūni punktiņi uz ābolu mizas, kuri intensīvāk sāk attīstīties tikai tad, kad ābols sāk nogatavoties (*Nozīmīgākie kaitīgie organismi...*). Raksturīgi, ka tad, kad plankums ir palielinājies līdz 1–3 cm, ap to sāk veidoties koncentriski apli un attīstās sēnes

sporu sakopojumi – apmāļi oranžās nokrāsās. Pārgriežot ābolu plankuma vietā, virzienā uz serdi, redzams V veida audu bojājums (Volkova, Juhņeviča-Radenkova, 2015).

Sēne *Monilinia fructigena* ierosina augļu brūno puvi un šo puvi bieži var novērot vēl pirms ražas novākšanas. Slimības attīstība vairāk novērojama lietainās vasarās un tās attīstību veicina dažāda veida (mehāniski vai kaitēkļu radīti) augļu bojājumi. Palielinoties augļu gatavības pakāpei, pieaug arī sēnes izplatība. Raksturīga pazīme, ka stipri inficēti augļi pakāpeniski mumificējas un uz tiem saskatāmi ierosinātāja konīdijnesēju un konīdiju “kaudzītes” (Xu, Robinson, 2000; Sutton et al., 2014).

Sēne *Botrytis cinerea* ierosina pelēko puvi un tā ir aktuāla ne tikai Latvijā, bet arī citur Eiropā (*Nozīmīgākie kaitīgie organismi...*). Arī šīs puves attīstību veicina lietains laiks veģetācijas periodā un dažādi augļu bojājumi.

Atšķirībā no iepriekšminētajām slimībām, glabātuvēs biežāk novērojami puvušo augļu sakopojumi, jo ierosinātājs viegli pāriet no viena augļa uz otru (Klein et al., 1997). Savukārt sēnes no *Neonectria* ģints ierosina lapu koku vēzi un inficē arī ābeles. Galvenokārt slimības simptomi novērojami uz stumbra vai zariem. Sākumā veidojas neliela brūce, kur mizas plaisās skaidri saskatāmi sēnes augļķermeņi, kuros attīstās gan konīdijas, gan asku sporas. Tomēr inficēties var arī āboli un bieži infekcija sākas vietā, kur uz ābola atrodamas kauslapu paliekas (Sutton et al., 2014).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot ābolu puves ierosinātājus, to spektru un relatīvā biežuma izmaiņas ābolu glabāšanās laikā.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts APP „Dārzkopības institūta” noliktavā Pūrē, 2015./2016. gada uzglabāšanas sezonā, ziemas šķirņu ābolu vākšana sāka septembra vidū un turpināta līdz oktobra sākumam. Pētījumā izmantotas desmit ziemas ābolu šķirnes – ‘Auksis’, ‘Ciganočka’, ‘Aļesja’, ‘Antejs’, ‘Rubin’ (kazahu), ‘Beforest’, ‘Spartan’, ‘Red Aroma’, ‘Edīte’ un ‘Belorusskaja Maļinovoje’. Āboli ievākti septembra beigās turpat Pūrē esošajā augļu dārzā un uzreiz pārvietoti uz noliktavu. Katrai šķirnei glabāšanās paraugs ievākts četros atkārtojumos. Viena atkārtojums svārs variēja 4–8 kg (atkarībā no šķirnes un ābolu lieluma). Vākšanas laikā āboli ievietoti kastēs un ar tām pārvietoti uz glabātuvī, izslēdzot atkārtotu ābolu pārvietošanu un iespējamo traumēšanu. Noliktavā, visā glabāšanās laikā uzturēta konstanta vide, temperatūra +1.5°C, relatīvais gaisa mitrums 93–95% un darbojās aktīvā gaisa ventilācija.

Atkārtota, sākotnēji vizuāla, slimību uzskaitē veikta aptuveni vienu mēnesi pēc ābolu ievietošanas glabātavā (27.11.2015.) un turpināta, līdz aprīlim (15.04.2016.), kas dažām no izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm aprakstos tiek minēts, kā iespējama uzglabāšanas laiks. Veicot uzskaites, atlasīti visi āboli, ar vizuālām puves bojājumu pazīmēm un aprēķināts to procentuālais īpatsvars (%) no vidējā parauga svara (1. tab.). Precīzākai bojāto ābolu puves ierosinātāju diagnostikai visi inficētie āboli nogādāti LF Augsnes un augu zinātņu institūta Augu patoloģijas laboratorijā. Laboratorijā bojātie āboli, sēņu sporulācijas veicināšanai, ievietoti mitrajā kamerā, istabas temperatūrā. Pēc nedēļas bojātie āboli novērtēti vizuāli un, mikroskopējot, identificēti slimību ierosinātāji. Papildus izmantojot PDA (kartupeļu dekstrozes agaru) iegūtas arī sēņu tīrkultūras, lai precizētu mikroskopēšanas datus. Aprēķināts ierosinātāju relatīvais biežums (%) no kopējā iegūto izolātu skaita (Tadych et al., 2012).

Rezultāti un diskusijas

Veicot sākotnējo vizuālo augļu apskati, šķirnēm ‘Ciganočka’, ‘Antejs’ un ‘Belorusskaja Maļinovoje’ konstatētas izteiktas ābeļu kraupja (ier. *Venturia inequalis*) slimības pazīmes. Šīm šķirnēm vairāk nekā 90% no novāktajiem augļiem bija inficēti. Zemāka ābeļu kraupja izplatība (līdz 50%) konstatēta šķirnēm ‘Auksis’, ‘Rubin’, ‘Beforest’ un ‘Spartan’. Savukārt šķirnēm ‘Aļesja’, ‘Red Aroma’ un ‘Edīte’ ābeļu kraupja bojājumi netika konstatēti. Ābeļu kraupis, ja ir novērojams uz augļiem, samazina ne tikai augļu vizuālo izskatu, bet veicina arī augļu sekundāro inficēšanos ar augļu puvēm glabāšanās laikā.

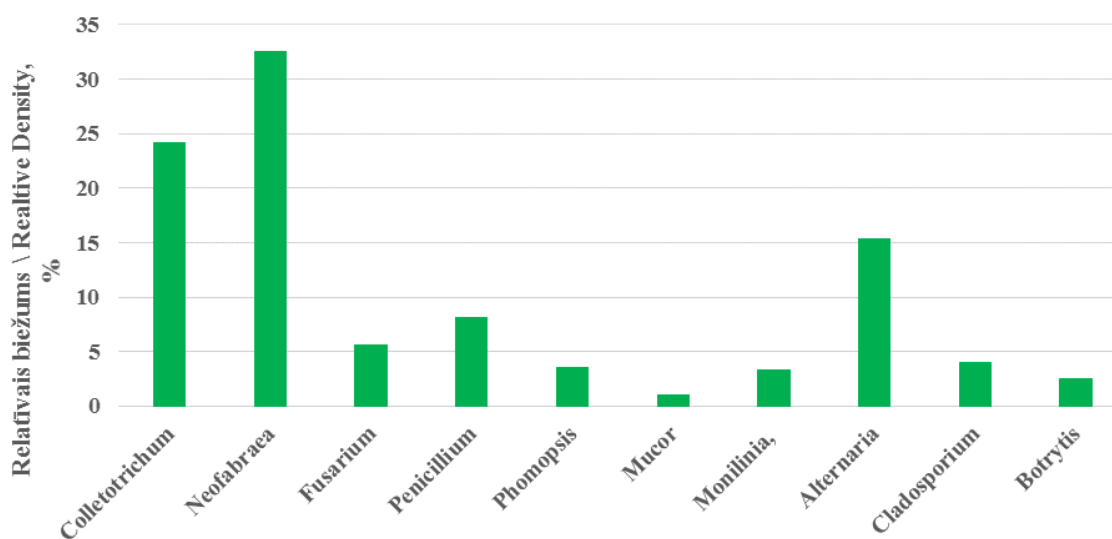
Veicot matemātisko datu salīdzināšanu (salīdzinot inficēto ābolu daudzumu, %) gan starp izmēģinājumā iekļautajām ābeļu šķirnēm, gan uzskaites laiku novērojamas būtiskas atšķirības ($F_{\text{fak}} = F > F_{\text{crit}} = 6.485$). Lielākā puves izplatība novērojama šķirnei ‘Beforest’, kaut arī šķirnes aprakstā ir norādīta laba izturība pret ābolu puvi. No salīdzinātajām ābolu šķirnēm, šķirnei ‘Aļesja’ inficēto ābolu daudzums procentuāli bija viszemākais, kas saskan ar doto šķirnes raksturojumu.

1. tabula *Table 1*

Ābolu puves izplatība (%), dažādām šķirnēm, glabāšanās laikā
Incidence of apples rot (%), from different varieties during storage

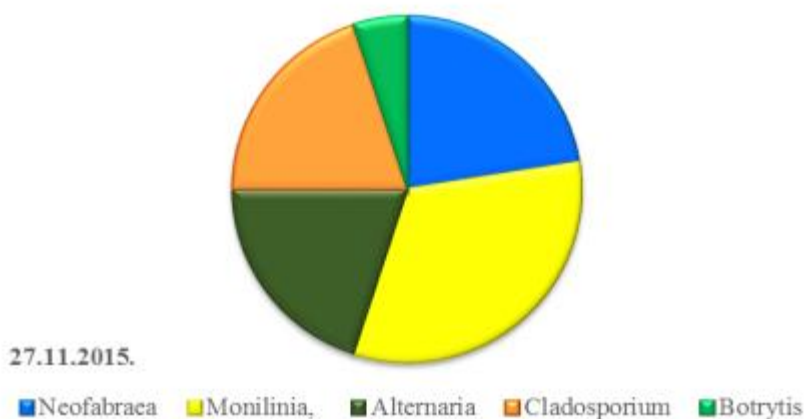
Ābolu šķirne <i>Apple variety</i>	27.11.15.	08.01.16.	09.02.16.	08.03.16.	15.04.16.
‘Auksis’	1.7	0.5	0.3	0.4	3.1
‘Ciganočka’	0.1	0.5	0.5	0	2.2
‘Aļesja’	2.4	0	0	0	0.4
‘Antejs’	3.1	4.0	7.1	0	4.8
‘Rubin	1.8	7.9	9.3	4.1	8.3
‘Beforest’	3.1	8.4	12.3	11.0	25.0
‘Spartan’	1.3	4.2	7.6	3.2	8.9
‘Red Aroma’	1.7	4.7	4.5	8.2	20
‘Edīte’	0.8	0.6	1.5	0.4	5.4
‘Belorusskaja Maļinovoje’	3.5	4.1	6.9	3.0	7.1

Precīzāka puves ierosinātāju diagnostika un analīze veikta Augsnes un augu zinātņu institūta, Augu patoloģijas laboratorijā. Pēc nogādāšanas laboratorijā āboli aptuveni vienu nedēļu uzglabāti mitrajās kamerās, istabas temperatūrā, lai veicinātu ierosinātāju vairošanās orgānu attīstību. Puves ierosinātāju noteikšana veikta balstoties tieši uz katrai sēnei raksturīgo sporu sakopojumu – apmālu krāsojumu un izvietojumu, kā arī uz konīdiju formu un izmēriem. Kopumā, analizējot 394 paraugus, konstatēti 10 dažādi ābolu puves ierosinātāji, kuru relatīvais biežums bija dažāds no 1–32% (1. att.). Dominēja puves ierosinātāji no ģintīm – *Neofabraea*, *Colletotrichum* un *Alternaria*. Ievērojami retāk bija sastopamas sēnēs, kas pieder *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Monilinia*, *Botrytis*, *Phomopsis* un *Mucor*.



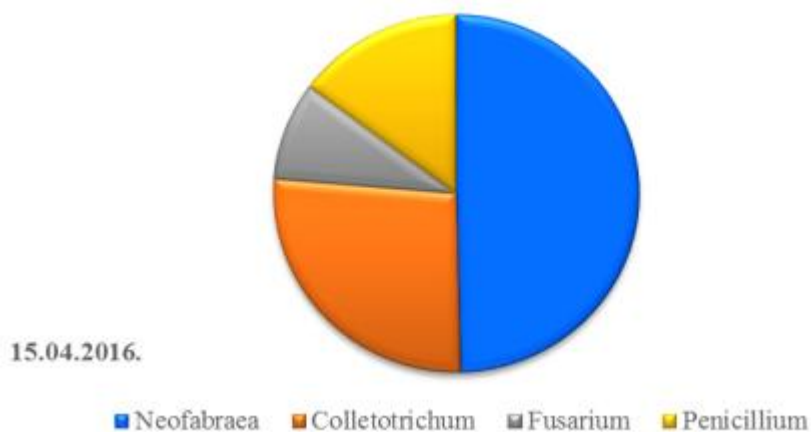
1. att. Ābolu puves ierosinātāju relatīvais biežums glabāšanās laikā (%).
Fig. 1. Relative density of causal agent of apple rot during storage (%).

Salīdzinot atsevišķi pa uzskaites reizēm, jāsecina, ka ierosinātāju spektrs ir mainīgs. Pirmajās uzskaites reizēs dominēja ābolu puves ierosinātāji no ģintīm *Neofabraea*, *Monilinia*, *Alternaria*, *Cladosporium* un *Botrytis* (2. att.). Minētie ierosinātāji, izņemot *Neofabraea* spp. biežāk inficē ābolus, kuri ir bojāti mehāniski, vai nu veģetācijas perioda laikā tos ir bojājis kāds kaitēklis, vai auglis traumēts vākšanas laikā.



2.att. Ābolu puves ierosinātāju spektrs pirmajā (27.11.2015.) uzskaites reizē.
 Fig. 2. Spectrum of apple rot causal agents during first (27.11.2015.) assessment.

Savukārt sākot no trešās uzskaites reizes (09.02.2016., 08.03.2016. un 15.04.2016) dominēja ābolu puves ierosinātāji no ģintīm *Colletotrichum*, *Neofabraea*, *Fusarium* un *Penicillium* (3. att.). Iegūtie rezultāti saskan ar literatūras datiem, ka *Neofabraea* ģints sēnes, kaut arī inficējušas ābolu jau veģetācijas perioda laikā, aktīvāk attīstās tieši 3–4 mēnešus pēc ražas novākšanas, kad ābols ir pilnībā nogatavojies (Sutton et al., 2014; Michalecka et al., 2015). Līdzīgi literatūrā ir minēts arī par ābolu rūgto puvi, kuru ierosina *Colletotrichum* ģints sēnes (Sutton et al., 2014; Børve and Stensvand, 2015). Ābolu nogatavošanās pakāpe ir veicinājusi arī *Fusarium* un *Penicillium* ģints sēņu attīstību glabāšanas beigās, jo ābols ir gatavāks, jo straujāk attīstās puve.



3.att. Ābolu puves ierosinātāju spektrs pēdējā (15.04.2016.) uzskaites reizē.
 Fig. 3. Spectrum of apple rot causal agents during last (15.04.2016.) assessment.

Secinājumi

Ābolu uzglabāšanas kvalitāte bija atkarīga gan no šķirnes gan no uzglabāšanas ilguma. Atsevišķām šķirnēm puves bojāto ābolu daudzums bija izteikti lielāks uzglabāšanas beigās.

Kopumā noteikti 10 dažādi ābolu puves ierosinātāji no sekojošām ģintīm: *Neofabraea*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Monilinia*, *Botrytis*, *Phomopsis* un *Mucor*. To relatīvais biežums variēja 1–35%.

Ābolu puves ierosinātāju spektrs glabāšanās laikā mainījās, bet tas nebija atkarīgs no šķirnes. Visās uzskaites reizēs konstatēti vienīgi izolāti no *Neofabraea* spp..

Izmantotā literatūra

1. Børve J., Stensvand A. (2015). *Colletotrichum acutatum* on apple in Norway. *Integrated Plant Protection in Fruit Crops*. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 110, p. 151 – 157.
2. Damm U., Cannon P., Woudenberg J.H., Crous P. (2012). The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*. Vol. 73(37), p. 113.
3. Klein J.D., Conway W.S., Whitaker B.D. et al. (1997). *Botrytis cinerea* decay in apples is inhibited by postharvest heat and calcium treatments. *Journal of American Society of horticulture sciences*, Vol. 122, p. 91 – 94.
4. Michalecka M., Bryk H., Poniatowska A. et.al. (2015) Identification and characterization of *Neofabrae* fungi causing bull's eye rot on apple in Poland. *Acta Horticulture* 1144, p. 183 –188.
5. *Nozīmīgākie kaitīgie organismi augļu dārzos un to ierobežošanas iespējas (2012-2014)*. 44 lpp. [Tiešsaside] [skatīts: 2016. gada 6. decembrī]. Pieejams: https://www.zm.gov.lv/public/ck/files/ZM/TP%20petijumi/rekomendacijas_auglaugu_slimibas_kait.pdf
6. Sutton T.B. et al. (2014). *Compendium of apple and pear disease and pests*. Second edition. St. Paul, MN: APS Press, p. 218.
7. Tadych M., Bergen M.S., Johnson-Cicalese J., Polashock J.J., Vorsa N., White J.F. (2012). Endophytic and pathogenic fungi of developingcranberry ovaries from flower to mature fruit: diversityand succession. *Fungal Diversity*, 54(1), p. 101 – 116.
8. Vico I., Duduk N., Vasic M. et al. (2015). Bull's eye rot of fruit caused by *Neofabraea alba* *Acta Horticulture*. 1144, p. 733 – 737.
9. Xu X.M., Robinson J.D. (2000). Epidemiology of brown rot (*Monilia fructigena*) on apple: infection of fruits by conidia. *Plant Pathology*, Vol 49, p. 201 – 206.
10. Volkova J., Juhņeviča-Radenkova K. (2015). Ābolu rūgtā puve – dažādi ierosinātāji, divas dažādas slimības. *No: Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskā konferences raksti*. Jelgava, 2015, 149 – 152 lpp.
11. Wenneker M., Kohl J., Van Leeuwen P., at al. (2015). Control of postharvest rots of apples and pears in the Netherlands, *Acta Horticulture* 1144, p. 189 – 194.