УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Псеудомикозе и микозе воћака, винове лозе и украсног биља
ПРАКТИКУМ

Др Мила Граховац
Др Драгана Будаков













Псеудомикозе и микозе воћака, винове лозе и украсног биља
Др Мила Граховац

Универзитет у Новом Саду
Пољопривредни факултет, Нови Сад

Псеудомикозе и микозе воћака, винове лозе и украсног биља

Помоћни уџбеник – практикум

др Мила Граховац и др Драгана Будаков

Нови Сад, 2019

ЕДИЦИЈА ПОМОЋНИ УЏБЕНИК

Оснивач и издавач едиције

Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Трг Досијета Обрадовића 8

Година оснивања

1954.

Главни и одговорни уредник едиције

Др Недељко Тица, редовни професор
Декан Пољопривредног факултета

Чланови комисије за издавачку делатност

Др Љиљана Нешић, редовни професор - председник
Др Милица Рајић, редовни професор - члан
Др Бранислав Влаховић, редовни професор - члан
Др Нада Плавша, ванредни професор - члан

Аутори
Др Мила Граховац, доцент
Др Драгана Будаков, доцент

Главни и одговорни уредник
Др Недељко Тица, редовни професор
Декан Пољопривредног факултета

Рецензенти
Др Вера Стојшин, редовни професор
Др Ференц Баги, редовни професор

Издавач
Универзитет у Новом Саду
Пољопривредни факултет, Нови Сад

Забрањено прештампавање и фотокопирање. Сва права задржава издавач.

Штампање овог уџбеника је одобрило Наставно научно веће Пољопривредног факултета у Новом Саду на седници од 24.04.2019. године
Број одлуке: 1000/0102 601/2/6

Тираж
20 примерака

Место и година штампања
Нови Сад, 2019

ISBN 978-86-7520-460-2

ПРЕДГОВОР

Овај Практикум је настао као резултат рада у области фитопатологије, а због потребе студената основних студија за литературом из области псеудомикоза и микоза воћака, винове лозе, а посебно украсног биља. Практикум је намењен студентима смера Фитомедицина, али га могу користити и студенти других смерова Пољопривредног факултета Универзитета у Новом Саду.

Практикум обухвата два велика поглавља. Прво поглавље, Псеудогљиве и гљиве – патогени биљака, студентима треба да послужи као основа чијим савладавањем стичу неопходно предзнање за упознавање са појединачним проузроковачима псеудомикоза и микоза воћака, винове лозе и украсног биља. У другом поглављу дат је кратак преглед основних карактеристика економски значајних проузроковача псеудомикоза и микоза воћака, винове лозе и украсног биља, са оригиналним фотографијама симптома и репродуктивних структура патогена које олакшавају идентификацију проузроковача обољења, што је основни предуслов за њихово успешно сузбијање.

Захваљујемо се проф. др Вери Стојшин и проф. др Ференц Багију на рецензији и корисним саветима. Пуно хвала др Бранкици Тановић на уступљеним фотографијама. Највећу захвалност дугујемо нашим сарадницима Младену Петрешу дипл.инж-мастер на несебичној помоћи током израде и уступљеним фотографијама, као и Марти Лоц, дипл.инж-мастер на израђеним шемама.

У Новом Саду, март 2019. године

Аутори

САДРЖАЈ

УВОД _____ ***1***

ПСЕУДОГЉИВЕ И ГЉИВЕ – ПАТОГЕНИ БИЉАКА _____ ***3***

Морфолошке карактеристике псеудогљива и гљива _____5

Унутрашњост ћелије гљива _____8

Размножавање псеудогљива и гљива _____9

Класификација и систематика псеудогљива _____15

Класификација и систематика гљива _____19

Царство Fungi (праве гљиве) _____ **19**

РАЗВОЈ БОЛЕСТИ БИЉАКА _____ **25**

Фазе развоја болести биљака _____25

Инокулација _____26

Феномен продора_____27

Продор у биљку _____29

Инфекција _____29

Разношење патогена _____31

Преживљавање неповољних услова (презимљавање) _____32

ЦИКЛУСИ БИЉНИХ БОЛЕСТИ _____ **33**

СИМПТОМИ БОЛЕСТИ _____ **34**

ИЗОЛАЦИЈА ФИТОПАТОГЕНИХ ГЉИВА _____ **37**

ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈНИ ПРОУЗРОКОВАЧИ ПСЕУДОМИКОЗА И МИКОЗА ВОЋАКА, ВИНОВЕ ЛОЗЕ И УКРАСНИХ БИЉАКА _____ ***41***

Списак стручних израза _____122

УВОД

Биљке су извор живота на нашој планети, те биљне болести имају велики значај за људе који су зависни од биљака као извора хране, материјала за производњу одеће, намештаја, лекова итд. Милиони људи широм света данас и даље производе биљке за сопствени опстанак, те биљне болести могу да доведу до смрти услед глади. У земљама где хране има на претек, значај биљних болести се првенствено огледа у економским губицима које произвођачи трпе услед њихове појаве. Појава биљних болести често доводи до пораста цене хране, а може имати и негативан ефекат на здравље људи који конзумирају оболеле биљке и производе који се њиховом прерадом добијају. Биљне болести такође нарушавају лепоту животне средине оштећујући биљке које се гаје на окућницама, дуж улица, у парковима и шумама. У циљу заштите различитих биљних врста, спроводе се интегрисане мере сузбијања које неретко подразумевају примену великих количина пестицида који загађују водотокове и животну средину. Међу бројним биљним врстама, воће је изузетно значајно за људску исхрану и препоручени дневни унос воћа и поврћа за људе износи око 400 г на дан. Плодови воћа садрже већи број састојака који позитивно утичу на људско здравље – витамини, минерали, антиоксиданти и влакна. Укупна светска потреба за воћем износи око 390 милиона тона годишње. Са друге стране, украсне биљке се гаје за декоративне потребе у баштама, пројектима пејзажног дизајна, као кућне биљке и за потребе сеченог цвећа. Поред декоративне улоге, украсне биљке имају велик значај за људско здравље и психологију.

Људско здравље значајно зависи од функционалности екосистема. Живот се не може замислити без природног пречишћавања ваздуха и воде, одржавања плодности земљишта, полинације биљака, разградње отпада итд. Окружени биљкама, људи испољавају позитивније емоције.

Производњу воћака, винове лозе и украсног биља значајно угрожавају проузроковачи болести. Међу проузроковачима болести најзначајније и најбројније су фитопатогене псеудогљиве и гљиве које на биљкама проузрокују болести које се називају псеудомикозе и микозе. Заштита воћака, винове лозе и украсних биљака од псеудомикоза и микоза превасходно се ослања на примену синтетичких, токсичних хемисјких средстава – фунгицида. Ова средства, осим што се наносе на биљку услед чега може доћи до појаве њихових остатака преко дозвољене границе у финалном производу, уносе се и у животну средину где могу довести до различитих неповољних ефеката. Бројна савремена истраживања у фитопатологији усмерена су ка откривању метода за контролу биљних болести које не делују деструктивно на животну средину и здравље људи (развој отпорности код биљака, агротехичке мере и биолошке мере). Најзначајнији изазови у фитопатологији данас подразумевају смањење губитака које проузрокују фитопатогени микроорганизми, уз очување квалитета хране и животне средине. Како би се остварили ови циљеви, неопходно је добро познавање биљних патогена који доводе до губитака, а често и до контаминације пољопривредних производа различитим секундарним метаболитима.

ПСЕУДОГЉИВЕ И ГЉИВЕ – ПАТОГЕНИ БИЉАКА

Шта су псеудогљиве и гљиве? Гљиве, припадници царства Fungi, су еукариотски организми који разлажу храну екстрацелуларно и хранљиве материје апсорбују директно кроз ћелијски зид. Већина гљива се размножава помоћу спора и имају тело (талус) састављен из микроскопских, тубуларних ћелија које се називају хифе. Гљиве су хетеротрофни организми, те изворе угљеника и енергије налазе у другим организмима. Неке гљиве храну обезбеђују из живих домаћина и оне се називају биотрофима (облигатним паразитима), друге храну обезбеђују из мртвих биљака и оне се називају сапрофитима. Неке гљиве заражавају живог домаћина (биљку), али убијају ћелије како би дошле до хранљивих материја – такве гљиве се називају некротрофима (факултативним паразитима).

Псеудогљиве или гљиволики организми су по многим карактеристикама слични гљивама због чега су до ´90тих година прошлог века убрајани у праве гљиве. Данас се, међутим, због специфичности у морфологији убрајају у засебна царства (Protozoa и Chromista), али се и даље обрађују заједно са правим гљивама (царство Fungi) због осталих многобројних сличности, поготово у начину на који остварују обољења код биљака.

Колико има гљива? Не постоји прецизан податак о броју врста гљива на нашој планети, али оно што се зна је да је до сада описано најмање 99.000 врста гљива и да се нове врсте описују брзином од око 1.200 врста годишње (Blackwell 2011). Сматра се да је укупан број постојећих врста гљива око 1,5 милиона (Hawksworth 2001).

Гљиве и биљке. Асоцијација гљива и биљака постоји од давнина и укључује велики број различитих врста гљива. Гљиве представљају значајну групу биљних патогена – сматра се да је 85% биљних болести проузроковано гљивама, док истовремено мање од 10% свих до сада описаних гљива има способност да колонизује живу биљку (Knogge 1996). Фитопатогене гљиве представљају само мали део гљива које су повезане са биљкама. Већина гљива су разлагачи органске материје при чему користе остатке биљака и других организама као изворе хранљивих материја. Фитопатогене гљиве су паразити, али нису сви паразити и патогени. Паразитне гљиве до хранљивих материја долазе развојем на биљци домаћину, али биљка домаћин при томе не мора испољавати симптоме обољења. Паразитне гљиве које су и фитопатогене су паразити који проузрокују појаву болести на биљкама која се манифестује развојем симптома обољења. Дакле, сваки патоген је и паразит, док обрнуто не мора бити случај.

Различите поделе фитопатогених гљива. Биотрофне гљиве хранљиве материје обезбеђују из живог ткива домаћина помоћу специјализованих структура које се називају хаусторије и формирају се унутар ћелија домаћина. Некротрофне гљиве хранљиве материје узимају из мртвог ткива домаћина кога претходно убијају помоћу токсина или ензима које производе. Већина биотрофних гљива има веома узак круг домаћина – специјализовани су за паразитизам ограниченог броја биљних врста, док некротрофне гљиве могу имати широк или узак круг домаћина. Неке фитопатогене гљиве мењају начин на који њихови домаћини расту или тако што утичу на нивое регулатора раста које производи биљка, или тако што самостално производе регулаторе раста. Примери оваквог деловања су чести код проузроковача симптома типа рак-рана, гала, вештичијих метли,

коврџавости итд. Фитопатогене гљиве се могу поделити и на основу фазе развоја биљке у којој остварују инфекцију на патогене семена, клијанаца и одраслих биљака. Такође, могу се поделити и на основу биљних делова које паразитирају на патогене корена, листа, изданака, стабла, дрвенастих делова, спроводних судова, цветова и плодова.

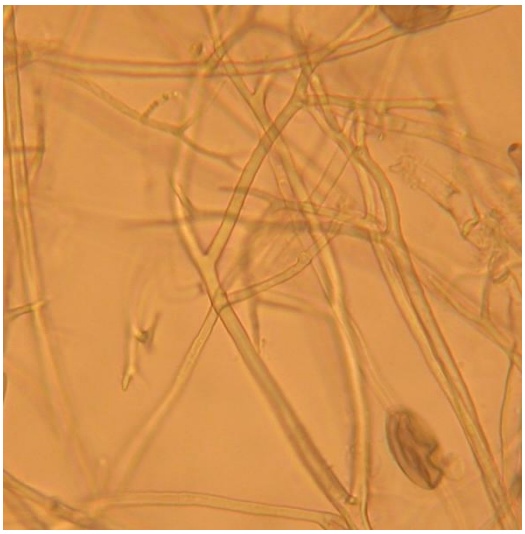
Обољења која проузрокују псеудољиве или гљиволики организми, припадници царства Protozoa и Chromista се називају псеудомикозе, док се обољења која проузрокују праве гљиве (царство Fungi) називају микозе.

Морфолошке карактеристике псеудогљива и гљива

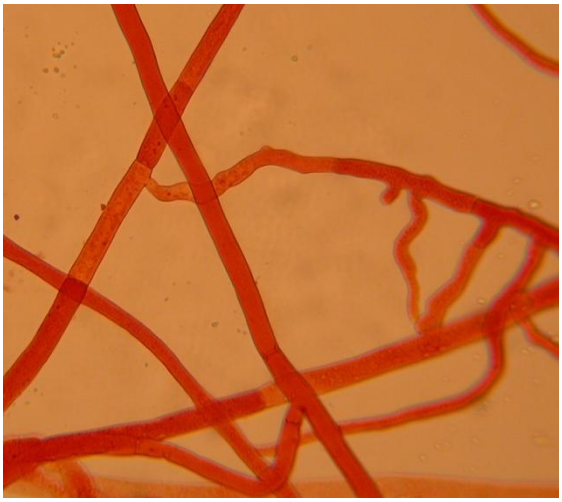
Најзначајнија особина која је гљивама омогућила коришћење различитих еколошких ниша је формирање филаментозног (налик на ткиво) талуса који се назива мицелија. Мицелија је састављена од разгранатих, микроскопских тубуларних ћелија које се називају хифе и расту кроз и на супстратима или изворима хранљивих материја и производе ензиме који разграђују сложена једињења на просте материје које гљиве апсорбују преко ћелијског зида. Ћелијски зид правих гљива састоји се из хитина и глукана (код припадника раздела Ascomycota, Basidiomycota и Chytridiomycota) као и хитосана и других компонената (код припадника раздела Zygomycota) (Kirk et al. 2008). Код псеудољива које припадају царству Protozoa као талус је присутан плазмод (голо, амебоидно, вишеједарно тело).

Хифе могу бити без попречних преграда (несептиране хифе) (Слика 1) или имати попречне зидове који се називају септе (септиране хифе) (Слика 2). Тип хифа је карактеристичан за поједине групе гљива. Несептиране хифе су пристуне код припадника класе Oomycetes

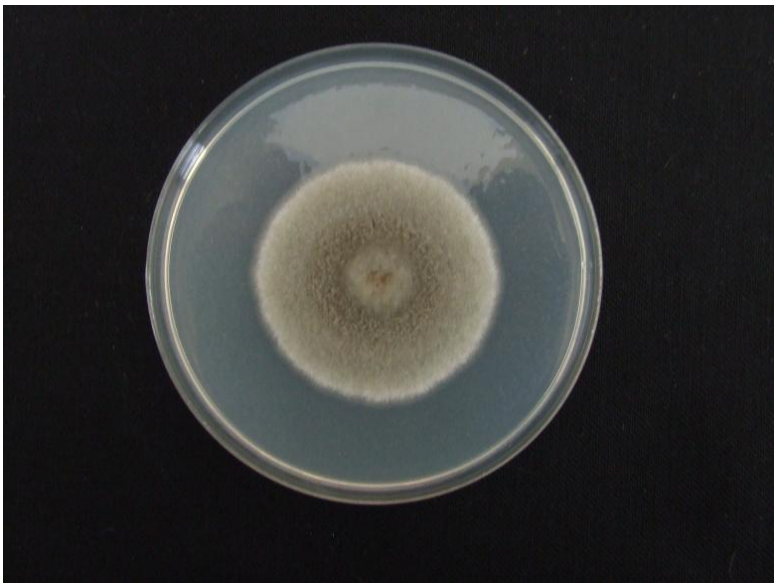
(царство Chromista) и састоје се из глукана и мање количине хидроксипролина и целулозе. Код гљива које имају септиране хифе, постоје перфорације на местима септа које се називају септалне поре и омогућавају кретање цитоплазме и органела из једног дела у други. Типови и сложеност септалних пора се такође разликује међу појединим групама гљива. Хифе се развијају из клијајуће споре или неке друге пропагуле (инфективне јединке). Хифе се издужују скоро искључиво својим вршним делом од места формирања. Као резултат вршног пораста, хифе су релативно униформног пречника, а мицелија која се несметано развија на чврстој подлози формира колонију кружног облика (Слика 3).



Слика 1. Несептирана хифа проузроковача пламењаче краставца (фото Будаков)



Слика 2. Септирана хифа *R. solani* (фото Будаков)



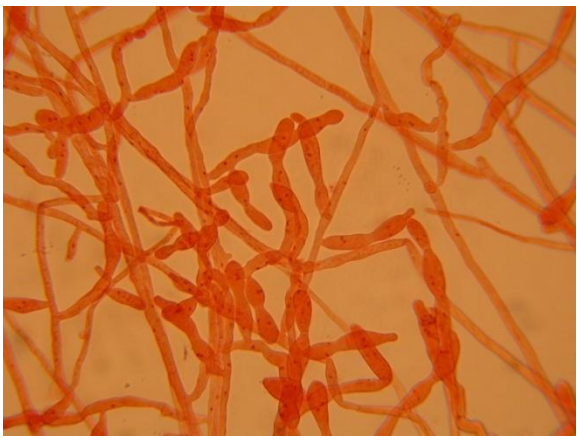
Слика 3. Култура врсте *Colletotrichum acutatum* на подлози од кромпира, декстрозе и агара (фото Граховац)

Неке гљиве расту искључиво или претежно као квасци – једноћелијске гљиве које се размножавају пупљењем или фисијом.

Супротно вршном порасту који је карактеристичан за хифе, квасце карактерише пораст читаве површине ћелије што обично резултује сферичним обликом. Постоје и гљиве на прелазу између мицелијског и квасцоликог пораста, што зависи од услова средине. Способност раста у различитим облицима се назива диморфизам, а испољавају га неки припадници раздела Ascomycota, Basidiomycota и Zygomycota.

Унутрашњост ћелије гљива

Већина органела присутних у ћелијама гљива је слична органелама других еукариота. Једро гљива је обично мало (< 2 μm у пречнику) и може се сабити или истећи како би се кретало кроз септалне поре, а свака ћелија мицелије може да садржи једно или два једра (Слика 4). Гљиве имају између 6 и 21 хромозома на којима је лоцирано 6.000 до скоро 18.000 гена. Величина генома се креће од 8,5 до преко 400 Mb, што геном гљива чини најмањим међу еукариотским организмима – око 1% генома сисара. Пуно гљива има претежно хаплоидан животни циклус (Ascomycota), док остале гљиве (Basidiomycota) имају дугу диплоидну фазу.



Слика 4. Ћелије мицелије које садрже два једра код гљиве *Rhizoctonia solani* (фото Будаков)

Размножавање псеудогљива и гљива

Гљиве се могу размножавати вегетативно (проста деоба хифа), бесполно (бесполним спорама) и полно (полним спорама).

Гљиве се најчешће размножавају формирањем спора. Спора је структура која служи за преживљавање или распростирање, састављена је од једне или неколико ћелија, и способна је да клија при чему даје нову хифу. Супротно семену биљке, споре гљива немају ембрион, али имају резерве хране неопходне за клијање. Велики број гљива производи више од једног типа спора током свог развића. Споре се могу формирати бесполно, што подразумева митозу (митоспоре), или полно, што шодразумева мејозу (мејоспоре). Начин на који се мејоспоре формирају указује на еволутивни развој и омогућава класификацију најзначајнијих група (раздела) гљива.

Многе гљиве производе споре унутар или на плодоносним телима. Оно што је заједничко за сва плодоносна тела је да производе споре и омогућавају њихово распростирање.

Телеоморф и анаморф. Велики број гљива има способност полне и бесполне репродукције. Полна и бесполна репродукција углавном захтевају различите услове (нпр. хранљиве материје, температуру, светлост, влагу). Код неких гљива, два полно компатибилна соја морају да се спаре како би дошло до полне репродукције. Термини „анаморф“ и „телеоморф“ се користе како би се приказале морфолошке структуре бесполне и полне репродукције одређене гљиве. Концепт анаморфа (бесполне репродукције) и телеоморфа (полне репродукције) је често збуњујућ за студенте јер се не сусрећу често са организмима овакве репродуктивне разноликости.

Мејоспоре. Споре које настају у процесу мејозе (полне репродукције). Примери мејоспора правих гљива су аскоспоре (види Ascomycota) и базидиоспоре (види Basidiomycota). Аскоспоре се формирају у кесичастим структурама које се називају аскуси. Формирање аскуса почиње са формирањем кесе испуњене цитоплазмом и једрима при чему се у процесу који се назива „слободно формирање ћелија“ (Kirk et al., 2008) нов ћелијски зид формира око сваког једра и цитоплазме која га окружује при чему настају аскоспоре, најчешће осам аскоспора по аскусу. Аскоспоре се између различитих врста разликују по величини, облику, боји и септираности. Базидиоспоре се формирају на базиду и најчешће су једноћелијске са једним или два хаплоидна једра. Базидиоспоре се међу таксонима такође разликују по величини, облику и боји.

Митоспоре. Споре које настају у процесу митозе (бесполне репродукције). Примери митоспора су конидије, спорангиоспоре и зооспоре које редом формирају припадници раздела Ascomycota, Zygomycota и Chytridiomycota (Слика 5). Још једна врста бесполних спора које стварају гљиве из неколико раздела су хламидоспоре.



Слика 5. Конидије врсте *Colletotrichum acutatum* (фото Граховац)

Конидије се формирају из модификованих хифа или диференцираних конидиогених ћелија гљиве. Конидиогене ћелије се могу формирати појединачно на хифама, на површини нагомиланих хифалних структура, или унутар различитих врста плодоносних тела. Плодоносна тела унутар којих се формирају конидије називају се пикниди или ацервуле (Слика 6).



Слика 6. Ацервуле формиране на вештачки зараженом плоду јабуке са врстом *C. acutatum* из којих цури слузасти садржај са конидијама (фото Граховац)

Спородохије (Слика 7) и синемате су примери плодоносних тела на којима се фомирају конидије. Конидије претежно формирају припадници раздела Ascomycota, иако их могу формирати и неки припадници Basidiomycota.

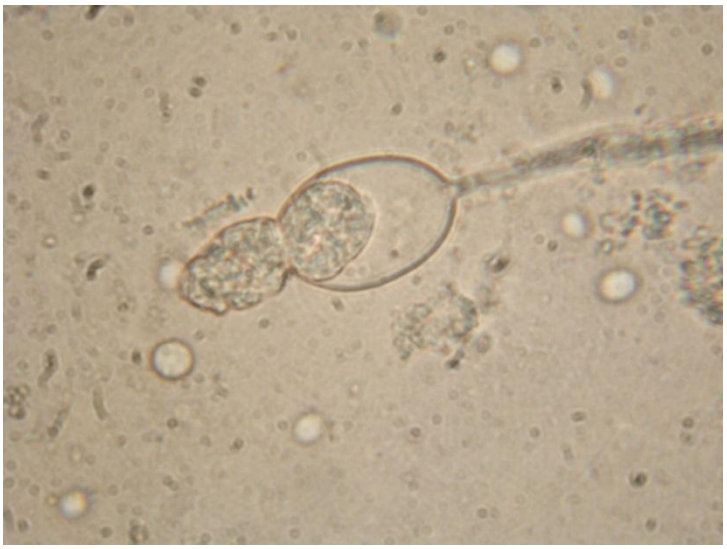


Слика 7. Спородохије које формира *Monilia* sp. на плоду јабуке (фото Граховац)

Спорангиоспоре су бесполне споре које се формирају у спорангији у процесу који подразумева деобу цитоплазме. Ово су једноћелијске споре танког зида, хијалинске или светло обојене и обично су лоптастог или елипсоидног облика. У једној спорангији се може налазити од једне до 50.000 спорангиоспора. Када су зреле, спорангиоспоре се ослобађају пуцањем зида спорангије или се читава спорангија разноси као целина. Спорангиоспоре стварају праве гљиве из раздела Chytridiomycota и Zygomycota, као и псеудогљиве из раздела Oomycota.

Зооспоре су микроскопске, покретне пропагуле, просечне дужине 2 do 14 µm и 2 do 6 µm у пречнику, немају ћелијски зид и имају једну или више флагела. Флагеле су пречника око 0,25 µm и дужине до 50 µm. Зооспоре формира једна група правих гљива – раздео Chytridiomycota, као и поједине псеудогљиве. Раздаљина коју зооспоре могу прећи помоћу флагела зависи од унутрашње енергетске резерве. Зооспоре имају способност хемотаксије – покрети као реакција на

хемијске супстанце нпр. ексудате корена биљке. На крају покретне фазе, зооспоре одбацују или повлаче флагеле, заокружују се и формирају ћелијски зид. Заокружена зооспора (тзв. циста) може клијати или директно формирајући клицину цев или индиректно са појавом друге зооспоре. Зооспоре се формирају у структури налик на кесу која се назива зооспорангија (Слика 8) у процесу који подразумева митозу и деобу цитоплазме. У зависности од таксономске припадности гљиве или псеудогљиве, зооспоре се ослобађају из зооспорангије пуцањем зида зооспорангије, кроз претходно формиран отвор са поклопцем или растварањем желатинозног чепа на отвору.

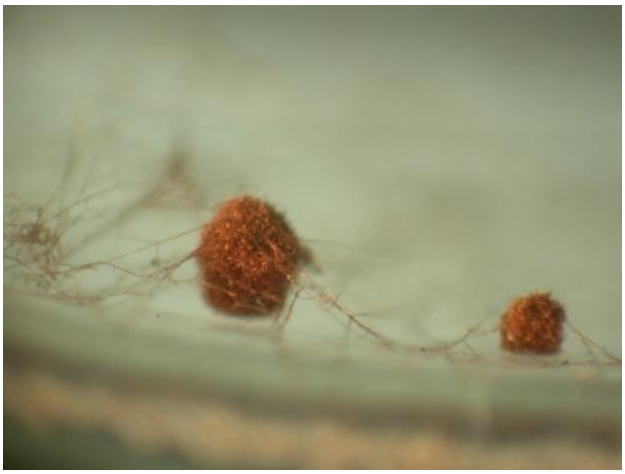


Слика 8. Ослобађање зооспора из зооспорангије у оквиру везикуле (фото Будаков)

Хламидоспоре су пропагуле које служе за преживљавање које настају од постојећих ћелија хифе или конидија којима задебљавају зидови, а у цитоплазми су нагомилане резерве липида. Задебљали ћелијски зидови могу бити хијалински или пигментисани, а хламидоспоре се формирају појединачно или у групама, у зависности

од врсте гљиве. Хламидоспоре се разносе пасивно, у већини случајева при пуцању мицелије. Хламидоспоре формирају различите групе гљива и често се могу наћи у старијим културама гљива.

Склероције су компактне скупине хифа које се састоје из спољашњег пигментисаног омотача и унутрашње масе хијалинских ћелија која се назива медула. Склероције садрже резерве хране и представљају структуре за преживљавање које формирају припадници раздела Ascomycota и Basidiomycota (Слика 9).



Слика 9. Склероције гљиве *Rhizoctonia solani* (фото Будаков)

Класификација и систематика псеудогљива

Псеудогљиве (грч. *pseudo* – лажан) представљају једноћелијске или врло једноставне вишећелијске микроорганизме који формирају талус у виду плазмода (слузасту масу протоплазме са више једара) или једноћелијске мицелије. Некада су сврставане у царство *Fungi*, али данас су издвојене и сврстане у два царства – царство *Protozoa* (формирају плазмод) и царство *Chromista* (формирају једноћелијску мицелију), при чему је царство *Chromista* у фитопатологији пуно значајније.

Царство Protozoa. Једноћелијски организми који формирају плазмод. Обухватају неколико раздела од којих је Plasmodiophoromycota најзначајнији за фитопатологију (ендопаразитне псеудогљиве).

Царство Chromista. Једноћелијски или вишећелијски кончасти организми. Ово царство обухвата три раздела – *Hypochytriomycota*, *Labyrinthulomycota* и *Oomycota*, при чему последњи наведен раздео има највећи значај када су у питању болести воћака, винове лозе и украсних биљака.

Раздео Oomycota. Због филаментозног (кончастог) пораста, исхране апсорпцијом и репродукције путем спора, припадници овог раздела су дуго сматрани нижим гљивама. Међутим, изучавањем еволутивног развоја данас је постало јасно да је ово група организама која није у вези са правим гљивама.

Ово су организми слични гљивама (псеудогљиве), али су бројне особине које их разликују од гљива. Преграде у ћелијском зиду хифа су веома ретке или их нема, што за резултат има вишеједарне хифе. Једра вегетативних ћелија су диплоидна. Ћелијски зид садржи

целулозу уместо хитина и β-1,3 и β-1,6 глукане (Kirk et al. 2008). Многе врсте формирају зооспоре без ћелијског зида са две флагеле. Зооспоре се формирају у структурама које се називају зооспорангије. Још једна карактеристика овог раздела је формирање ооспора, отпорних пропагула задебљалих зидова које настају полном репродукцијом.

Морфолошке карактеристике. Једна од најзначајнијих карактеристика је формирање зооспора у зооспорангијама. Зооспоре немају ћелијски зид и имају две флагеле – једна је усмерена ка назад, те гура и покреће зооспору, а друга флагела је усмерена ка напред, обрасла је длачицама и вуче зооспору. Иако немају ћелијски зид, зооспоре задржавају сталан, али флексибилан облик. Ове споре могу да пливају у воденом филму на површини листа, у земљишту, у хидропонским системима и природним водотоковима. По слободном пливању и доспевању на повољан супстрат, зооспоре одбацују флагеле и синтетишу муцилагени матрикс који им омогућава везивање за површину.

Спорангије различитих таксона имају различите облике и карактеристике. Могу бити постављене терминално или интеркаларно (уметнуте у филамент хифе), могу бити лоптастог облика или не, лако одвајајуће уколико су терминалне, или не.

Неке врсте су изгубиле способност за образовање зооспора, и сматра се да су код њих спорангије еволуирале у структуре које директно клијају у клицину цев. У оваквим случајевима, спорангије се називају „конидије“. У неким другим случајевима спорангија може клијати или директно у клицину цев или индиректно при чему образује зооспоре – у овом случају понашање спорангије најчешће зависи од

температуре и влажности, при чему се зооспоре образују у условима нижих температура и у присуству слободне воде.

Полна репродукција се остварује формирањем гаметангија: оогонија и антеридија. Вегетативна једра су диплоидна из разлога што мејоза не наступа до формирања гаметангија. За неке родове, морфологија везивања антеридија за оогонију има таксономски значај. Код неких родова антеридија се везује са стране за оогонију, док код других родова антеридија окружује основу оогоније.

У већини случајева, свака јединка формира и антеридију и оогонију и могућа је полна репродукција у оквиру једне индивидуе – хомоталичне врсте. Код неких врста јављају се полни типови, и оба полна типа су неопходна да би дошло до полне репродукције – хетероталичне врсте. Сви припадници рода *Pythium* и неки припадници рода *Phytophthora* су хомоталични.

По оплодњи, оогонија се развија у ооспору задебљалог зида. Када се ооспоре формирају унутар биљног ткива, оне могу заузети велики део ткива. Ооспоре могу годинама одржати виталност у земљишту.

Након периода мировања, ооспоре клијају образујући хифу која може одмах формирати спорангију. Клијање ооспора није увек синхронизовано – неке ооспоре проклијају већ након наступања првих повољних услова, док неке мирују дуже време, или никад не проклијају. Клијање и преживљавање ооспора зависи од услова средине: углавном преживљавају суве и хладне услове, али су осетљиве на повишене температуре (> 40-45° C).

Неки припадници раздела Oomycota формирају структуре за преживљавање неповољних услова са задебљалим зидовима – хламидоспоре. Ово су споре које настају бесполно.

Раздео Oomycota обухвата класу Oomycetes која обухвата два реда: ред Saprolegniales (најзначајнији је род *Aphanomyces*) и ред Peronosporales (фам. Pythiaceae са родовима *Pythium* и *Phytophtora*, фам. Peronosporaceae са родовима *Peronospora, Pseudoperonospora, Bremia, Peronosclerospora, Sclerophthora* и фам. Albuginaceae, род *Albugo*).

Разделу Oomycota припадају неки од најдеструктивнијих биљних патогена, какав је проузроковач пламењаче кромпира *Phytophthora infestans*. Овај патоген је 1845. године проузроковао пропадање кромпира у Ирској због чега је 4,5 милиона Ираца било суочено са умирањем од глади. Део становништва овог дела Европе који није мигрирао у САД је и у наредних 15 година трпео последице присуства ове фитопатогене псеудогљиве, те је од глади умрло милион становника Ирске. Данас се ово обољење успешно сузбија применом фунгицида. Такође, значајни патогени биљака, придадници овог раздела су и *Phytophthora ramorum* – проузроковач сушења летораста украсних и шумских биљака и изненадног угинућа храста, врсте рода *Pythium* – проузроковач трулежи семена, палежи клијанаца и полегања расада, проузроковач пламењаче винове лозе – *Plasmopara viticola* итд.

Класификација и систематика гљива

Царство Fungi (праве гљиве)

Раздео Ascomycota је највећа група гљива са просечно око 33.000 описаних врста подељених у три подраздела - Taphrinomycotina, Saccharomycotina и Pezizomycotina. Полно размножавање код ових гљива одвија се формирањем аскоспора унутар кесичасте структуре – аскуса.

Многе врсте раздела Ascomycota стварају и бесполне споре. Ове споре се називају конидије и могу бити различитог облика, величине, боје и септираности. Конидије и аскоспоре се обично формирају у различито време у току године. Постојање полног и бесполног стадијума код ових гљива, који су временски и просторно раздвојени, често изазива конфузију код оних који се тек упознају са фитопатогеним гљивама, као и са фитопатологијом уопште. Код гљива које формирају и полни и бесполни стадијум, полне структуре углавном имају функцију преживљавања (неповољни еколошки услови или недостатак домаћина), док се бесполним спорама паразит шири током вегетације. Такође је бесполни стадијум гљива раздела Ascomycota посебно значајан за фитопатологе јер се среће чешће од полног стадијума и мора се идентификовати у циљу контроле, примене карантинских мера и другог. Гљиве за које је до сада утврђено само постојање бесполног размножавања, су обједињене у оквиру збирне групе –Deuteromycetes, а називају се и другим именима - Fungi imperfecti (несавршене гљиве), митоспорне гљиве, конидијске гљиве, анаморфне гљиве.

Подраздео Taphrinomycotina обухвата гљиве које, уз један изузетак, не формирају плодоносна тела нпр. припадници рода *Taphrina*.

Подраздео Saccharomycotina садржи око 1.500 врста квасаца, од којих већина живе као сапрофити у асоцијацији са биљкама и животињама, али такође и мањи број биљних и животињских патогена (Suh et al. 2006). Аскуси су „голи“, нису смештени у плодоносном телу и једноћелијски.

Подраздео Pezizomycotina је највећа група у овом разделу са преко 32.000 идентификованих врста које заузимају различите еколошке нише, јављају се као сапрофити, паразити и мутуалисти са биљкама, животињама и другим гљивама. Формирају три типа аскуса – унитуникатни, битуникатни и прототуникатни. Прототуникатни аскуси ослобађају аскоспоре ауторазградњом зида аскуса, док се код друга два аскоспоре избацују дејством силе која углавном настаје бубрењем аскуса услед усвајања воде. Битуникатни аскуси имају унутрашњи зид који се надувава из спољњег зида непосредно пред избацивање аскоспора, док се код унитикатног спољни и унутрашњи зид не раздвајају. Припадници подраздела Pezizomycotina формирају различита плодоносна тела као што су клеистотеције, хазмотеције, апотеције, перитеције и псеудотеције. Поједини припадници формирају и строме - очврсле масе хифа на којима се формирају перитеције и псеудотеције.

Клеистотеције не поседују отвор те се аскоспоре ослобађају распадањем аскоматног зида. У полном (телеоморфном) стадијуму клеистотеције формирају припадници родова *Aspergillus* и *Penicillium*.

Хазмотеције (Слика 10) такође немају унапред формиран отвор, али се аскоспоре ослобађају разилажењем, формирањем прореза у аскоматном зиду. Термин хазмотеција је новији термин којим се означавају плодоносна тела која формирају проузроковачи пепелница из реда Erysiphales. Некада су ова плодоносна тела називана клеистотецијама.



Слика 10. Хазмотеција рода Erysiphe (фото Neher)

Апотеције су отворена, најчешће пехараста плодоносна тела, али могу имати читав низ различитих облика. Гљиве које формирају апотеције називају се и Discomycetes. Значајни представници ове групе гљива јесу припадници родова *Monilinia* и *Sclerotinia*.

Перитеције су затворена плодоносна тела са отвором (остиолом) кроз који се ослобађају аскоспоре. Већина гљива која формира перитеције има и унитуникатне аскусе и сврстани су у класу Sordariomycetes, што је једна од највећих класа раздела Ascomycota са преко 3.000 описаних врста (Zhang et al. 2006). Ове гљиве припадају класи Pyrenomycetes. Припадници ове групе су чести у многим

екосистемима. Велики број економски значајних фитопатогених гљива припада овој класи.

Псеудотеција изгледа слично као перитеција. Основна разлика између ове две структуре је у зиду плодоносног тела, који у случају псеудотеције није присутан. Чврстину псеудотецији обезбеђује строма у коју је урођена, док перитеција има свој зид иако може бити урођена у строму. Аскуси се образују у отворима унутар вегетативног ткива гљиве које се назива аскострома. Ова група је некада називана Loculoascomycetes, али је сада сврстана у класу Dothideomycetes. Остале карактеристике класе Dothideomycetes подразумевају формирање битуникатних аскуса, а многи припадници ове групе формирају тамно пигментисане, септиране аскоспоре или конидије. Слично припадницима класе Sordariomycetes, припадници Dothideomycetes се јављају на великом броју различитих станишта- Пример добро познатог биљног патогена из ове групе је *Venturia inaequalis*, као и неке гљиве које се репродукују бесполно - *Alternaria, Cladosporium, Phoma* и *Stemphylium*.

Већина припадника раздела Ascomycota које формирају лишаје припадају класи Lecanoromycetes. Ово је највећа класа гљива са преко 13.500 описаних врста (Miadlikowska et al. 2006). Већина као плодоносна тела формира апотеције и живи у симбиози са зеленим алгама.

Раздео Basidiomycota је други најбројнији раздео гљива са близу 30.000 описаних врста. Припадници раздела Basidiomycota егзогено формирају базидиоспоре на специфичној структури која се назива базид. За мицелију ових гљива је карактеристично присуство

стегнутих спона и септи које имају буретасто проширење око централне поре.

У оквиру раздела Basidiomycota постоје три подраздела: Ustilaginomycotina, Pucciniomycotina и Agaricomycotina (Blackwell et al. 2006). Ustilaginomycotina (проузроковачи гари и главнице) и Pucciniomycotina (проузроковачи рђа) углавном чине фитопатогене врсте, а карактеришу их телеутоспоре задебљалих зидова. Ове патогене карактерише могућност формирања пет различитих типова спора у једном циклусу развића (спермације, ецидиоспоре, уредоспоре, телеутоспоре и базидиоспоре). Проузроковачи рђа који формирају свих пет типова спора су макроциклични, они који не формирају уредоспоре су демициклични, а они који не формирају уредоспоре и ецидиоспоре су микроциклични. Проузроковачи рђа свој животни циклус могу у целини остварити на једној врсти домаћина – моноксене врсте или су им потребна два таксономски удаљена домаћина за остварење животног циклуса – хетероксене врсте.

Подраздео Agaricomycotina, претходно називан Hymenomycetes, обухвата морфолошки разнолику групу гљива које формирају базиде на различитим плодоносним телима. Неколико припадника ове групе су економски значајни патогени биљака, нпр. врсте родова *Armillaria* и *Rhizoctonia*.

Раздео Glomeromycota – арбускуларне микоризне гљиве (AM) су дуго сврставане у раздео Zygomycota, а данас представљају засебан раздео Glomeromycota (Shüβler et al. 2001). Ово је стара група гљива која је пронађена у фосилним остацима од пре 400 милиона година. Ове гљиве образују облигатне, мутуалистичке заједнице – микоризе, са

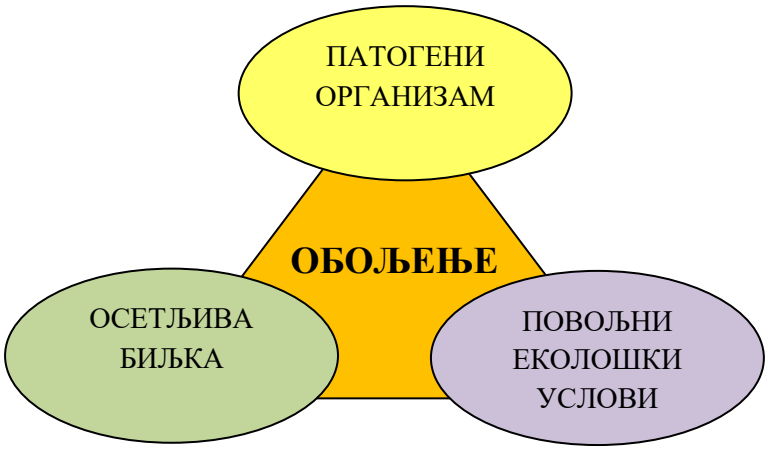
кореновима већине васкуларних биљака. Раздео обухвата веома мали број врста.

Раздео Chytridiomycota. Ово је мала група гљива са око 900 идентификованих врста. Карактерише их образовање зооспора са једном флагелом. Свега неколико припадника овог рода представља економски значајне биљне патогене нпр. *Synchytrium endobioticum*, проузроковач рака кромпира.

Раздео Zygomycota. Овај раздео обухвата око 900 идентификованих врста подељених у две еколошки различите класе Zygomycetes и Trichomycetes (White et al. 2006). Најчешћи су припадници редова Mortierellales и Mucorales. Полна репроукција се остварује зигоспорама, али велики број припадника формира велики број бесполних спора - спорангиоспоре које се лако разносе. Врсте родова *Mucor* и *Rhizopu*s проузрокују трулеж свежег воћа.

РАЗВОЈ БОЛЕСТИ БИЉАКА

Да би дошло до појаве болести на биљкама, неопходно је да дође до контакта и интеракције између осетљиве биљке домаћина и патогена. Међутим, уколико су у овом моменту услови средине (пре свега температуре и влаге) неодговарајући, патоген неће успети да зарази биљку и болест ће изостати. Из овог се изводи такозвани „троугао обољења“ (Слика 11). Уколико било који од ова три фактора изостане, неће доћи до развоја болести на биљци.



Слика 11. Троугао обољења

Фазе развоја болести биљака

У развоју сваког инфективног обољења постоји серија од неколико мање или више различитих фаза које се смењују. Најзначајније фазе у развоју болести биљака јесу инокулација, продор, остваривање инфекције, колонизација (инвазија), раст и размножавање патогена, дисеминација, преживљавање у одсуству домаћина (тј. преживљавање неповољних услова средине).

Инокулација

Инокулација представља доспевање инфективног материјала до биљке, односно контакт патогена и биљке на месту на биљци где је могуће остварити инфекцију. Патоген који долази у контакт са биљком назива се инокулум. Инокулум представља било који део патогена који директно или индиректно (клијањем у неку другу стуктуру) може остварити инфекцију (споре, склероције, делови мицелије). Једна јединица инокулума било ког патогена назива се пропагула.

Врсте инокулума. Постоје две врсте инокулума – примарни и секундарни инокулум. Примарни инокулум служи за преживљавање неповољних услова средине (хладне зиме, топла лета, одсуство адекватног домаћина). Његовом активацијом (клијањем, бубрењем итд) настају споре које остварују примарне инфекције у пролеће или у јесен. Инокулум који настаје као последица примарних инфекција биљака назива се секундарни инокулум и помоћу њега патоген остварује секундарне инфекције које омогућавају хоризонтално и вертикално ширење патогена током вегетације.

Извори инокулума. Код вишегодишњих биљака инокулум се ствара на гранама, стаблима или корену биљака. Инокулум је такође присутан у биљним остацима и земљишту на парцели или бива унешен семеном, садним материјалом итд. Спољашњи извори инокулума могу бити околне биљке или парцеле, али и удаљеније парцеле. У случају многих патогена, посебно оних који заражавају једногодишње биљне врсте, инокулум презимљава на вишегодишњим коровским врстама или алтернативним домаћинима.

Разношење инокулума. Инокулум већине патогених врста се разноси пасивно ветром, водом, инсектима или човековом активношћу.

Феномен продора

Везивање патогена за биљку. Већина гљива по остваривању контакта са површином биљке мора да се учврсти за биљку, односно биљни део пре продора. У већини случајева везивање за биљку се остварује адхезивним материјама које се налазе на површини или на врховима пропагула, а које се састоје од полисахарида нерастворљивих у води, гликопротеина, липида итд. који у контакту са водом постају лепљиви и помажу патогену да се веже за биљку.

Клијање спора и препознавање површине домаћина. Још увек није у потпуности разјашњено шта иницира почетак клијања спора, али свакако да контакт са површином домаћина, присуство влаге и апсорпција јона ниске молекулске тежине са површине домаћина, као и присуство хранљивих материја имају значајну улогу у овом процесу. Споре имају механизме којима спречавају клијање док не региструју поменуте стимулусе или када се превише спора налази у њиховом окружењу. По пријему сигнала за клијање, спора искоришћава резерве хранљивих материја и за кратко време синтетише ћелијску мембрану и ћелијски зид, те образује и издужује клицину цев. Клицина цев је специјализована структура која се разликује од мицелије и обично кратко расте након чега се диференцира у апресорију. Клицина цев је такође структура која препознаје површину домаћина и уколико не прими одговарајући стимулус, остаје недиференцирана и по исцрпљивању резерви хранљивих материја, престаје са растом.

Формирање и сазревање апресорија. По формирању, апресорије се чврсто везују за биљну површину након чега синтетишу екстрацелуларне ензиме и генеришу силу како би продрле кроз

кутикулу биљке. Апресорије морају бити везане за биљну површину довољно чврсто како би издржале силу коју гљива примењује, као и дејство ензима.

Препознавање домаћина и патогена. Када патоген дође у контакт са ћелијом домаћина, долази до одговора у оба организма при чему ће или доћи до развоја обољења или не. Компоненте које у ћелији домаћина делују као сигнални молекули за препознавање су бројне: масне киселине из кутикуле које активирају секрецију ензима кутиназе код патогена, галактуронски молекули који стимулишу сиштезу пектин лиазе код патогена, феноли, амино киселине, шећери итд. Компоненте које синтетише патоген, а које делују као елицитори (побуђивачи) одбрамбеног механизма биљке су β гликани, хитин, хитосан. Када иницијални сигнали које патоген прима одговарају његовом развоју, отпочиње и развој болести. Уколико сигнали инхибирају раст и развој патогена, до развоја болести неће доћи. Уколико елицитори активирају одбрамбени механизам биљке, развој болести може изостати, али уколико елицитор спречава или преусмерава одбрамбени механизам биљке, до развоја болести може доћи.

Клијање спора. Како би остариле инфекцију, споре гљива прво морају проклијати. Споре гљива клијају тако што формирају мицелију која продире у ткиво домаћина или формирају кратку клицину цев која образује специјалну структуру – хаусторију. Да би проклијале, споре захтевају одговарајућу температуру и присуство влаге (киша, роса, водени филм на површини биљке или висока релативна влажност ваздуха). Влажни услови морају трајати довољно дуго како би спора проклијала и продрла у биљку, у супротном се исушује и губи виталност. Већина спора може проклијати одмах након

сазревања и ослобађања, међутим споре које служе за одржавање патогена захтевају дормантни период како би добиле способност клијања. Неке споре клијају тако што производе друге споре (нпр. спорангије дају зооспоре, телеутоспоре дају базидиоспоре). Клијање спора је често стимулисано и присуством хранљивих материја на површини биљака (шећери и амино киселине). По клијању спора, клицина цев мора да порасте или покретне споре (зооспоре) морају да дођу до места на коме ће се се извршити успешан продор у биљку.

Продор у биљку

Патогени у биљку могу продрети директно кроз ћелијски зид, кроз природне отворе или озледе. Неке гљиве имају способност продора на сва три начина, а неке само на поједине. Директан продор кроз биљну површину је најчешћи начин продора гљива и псеудогљива у биљку. Природни отвори кроз које је могућа пенетрација су стоме, лентицеле, хидатоде, делови цвета. Иако неке гљиве могу да продру у биљке и кроз затворене стоме, други у стоме продиру само уколико су отворене, док проузроковачи пепелница прерастају стоме, чак и ако су отворене, али не продиру у биљку. Озледе на биљкама могу настати деловањем различитих фактора живе и неживе природе. Продор патогена не доводи увек до настанка инфекције, многи патогени само продру у биљну ћелију након чега не дође до препознавања, тј. продру у домаћина који није осетљив.

Инфекција

Инфекција. Ово је процес којим патогени остварују везу са биљком домаћином узимајући хранљиве материје. По остварењу инфекције, патоген расте, размножава се унутар биљног ткива и колонизује биљку у мањој или већој мери. Успешно остварена

инфекција резултује појавом симптома. Неке инфекције остају латентне, што значи да не долази одмах до испољавања симптома, иако је патоген остварио везу са биљком домаћином, већ се симптоми испољавају након наступања повољних услова средине или фазе развоја саме биљке домаћина. Овакве инфекције се називају још и „притајене инфекције“. Симптоми болести представљају све видљиве или на други начин детектибилне промене на биљкама. Период који протекне од инокулације биљака до појаве симптома назива се инкубациони период.

Инвазија. Различити патогени насељавају биљно ткиво на различите начине и у различитој мери. Постоји неколико начина насељавања биљака – епифитно, на површини биљног ткива, при чему патогени хаусторијама црпе хранљиве материје из епидермиса (проузроковачи пепелница); субкутикуларно, у области између кутикуле и епидермиса биљке (проузроковач чађаве пегавости листа и краставости плода јабуке, проузроковач црне пегавости руже); ендофитно (већина гљива), унутар биљних ткива, што може бити у међућелијском простору (интерцелуларно) и кроз саме ћелије (интрацелуларно); такође, постоје и патогени који насељавају спроводне судове (проузроковачи увенућа биљака). Инфекције проузроковане гљивама могу заузимати једну или више ћелија или мали део биљке. Ове инфекције остају локализоване током вегетације или се могу благо раширити. Друге инфекције се шире брже и могу обухватити цео део биљке као што је цвет, плод, лист или читава грана. Гљиве које насељавају спроводне судове налазе се у унутрашњости ксилема, али су углавном ограничене на неколико судова у корену, стаблу или вршном делу биљке и тек у завршним фазама болести насељавају већи део ксилемских судова биљке. Неки проузроковачи

пламењача (псеудогљиве) и неке праве гљиве (проузроковачи рђа) насељавају биљку системично, иако у већини случајева старија мицелија пропада и само млађа мицелија опстаје у деловима биљног ткива који интензивно расту.

Колонизација. Гљиве заражавају биљке тако што расту на или у њима од места остварења инфекције и настављају да расту и гранају се све док се инфекција не заустави или домаћин не угине. У случају неких инфекција, док младе хифе настављају да расту у нова здрава ткива, старије хифе изумиру и нестају тако да заражене биљке могу имати делове исте мицелије различите активности. Такође, гљиве које насељавају спроводне судове често ослобађају споре које се на овај начин шире на места удаљена од мицелије, тамо клијају и дају мицелију која насељава друге судове. Највећи број фитопатогених псеудогљива и гљива формира мицелију само унутар биљака, а споре формира на или непосредно испод површине зараженог дела биљке и споре се тако лако ослобађају у спољашњу средину. Свега неколико гљива, као и псеудогљива које припадају разделу Oomycota формира мицелију на површини биљака. Једна или неколико јединки могу произвести огромне количине спора – неколико хиљада или неколико стотина хиљада по квадратном центиметру биљне површине.

Разношење патогена

Неки патогени могу прелазити кратка растојања самостално - зооспоре у воденој средини, хифе могу да расту између ткива или кроз земљу до оближњих коренова, неке споре се избацују под притиском прскањем или пуцањем. Међутим, у највећем броју случајева

разношење патогена је пасивно путем ваздуха, инсеката, воде, животиња и човека.

Преживљавање неповољних услова (презимљавање)

Код фитопатогених псеудогљива и гљива, неповољни услови настају у одсуству осетљиве биљке домаћина или у екстремним еколошким условима (ниске или високе темепратуре, недостатак влаге итд.). На вишегодишњим биљкама, гљиве могу преживети неповољне ниске темературе током зимског периода у облику мицелије у зараженом ткиву или у облику спора на или у зараженим биљкама и у пупољцима. Гљиве које паразитирају листове или плодове листопадних биљних врста најчешће се одржавају у виду мицелије или спора на или близу заражене површине или у пупољцима. Гљиве које заражавају једногодишње биљке се најчешће одржавају у облику мицелије у биљним остацима, или у облику трајних спора или склероција у биљним остацима и у земљишту, семену или другом репродуктивном материјалу. Неке псеудогљиве из раздела Oomycota (нпр. *Pythium*) и неке гљиве (нпр. *Fusarium, Rhizoctonia*) су становници земљишта те могу опстајати као сапрофити. Становници земљишта су генерално неспецијализовани патогени који имају врло широк круг домаћина. У неким областима, гљиве преживљавају континуираним заражавањем биљака домаћина које се гаје у пољу или биљака које се гаје у заштићеном простору зими, а на отвореном пољу лети.

ЦИКЛУСИ БИЉНИХ БОЛЕСТИ

Неки патогени у току једне године остваре само један циклус развоја и такви патогени се називају моноциклични. Код моноцикличних патогена примарни инокулум је једини инокулум расположив целе сезоне будући да нема секундарних инфекција и секундарног инокулума. Количина инокулума произведена на крају вегетације је већа од оне која је била присутна с почетка вегетације, те се код моноцикличних патогена количина инокулума повећава из године у годину. Међутим, код већине патогена постоји више од једне генерације по сезони и овакви патогени се називају полициклични патогени. Полициклични патогени могу имати 2 до више десетина циклуса по години (све док трају повољни услови за њихово ширење) и у сваком циклусу се количина инокулума увећава велики број пута. Код полицикличних патогена примарни инокулум најчешће представљају полне споре, или код гљива које немају полни стадијум, неке друге структуре, као што су склероције, хламидоспоре или мицелија у зараженом ткиву. Број полних спора или других структура које презимљавају и остварују примарне инфекције је обично мали, али једном када се оствари примарна инфекција, велике количине бесполних спора (секударног инокулума) се формира на сваком месту инфекције и ове споре могу остварити секундарне заразе при чему ће се формирати још бесполних спора које могу проузроковати даље секундарне заразе. Код неких патогена нпр. фитопатогених гљива које проузрокују васкуларна увенућа дрвенастих биљака може се десити да патоген не заврши свој животни циклус у току једне сезоне тј. да не произведе инокулум који се може расејавати и проузроковати нове

инфекције. Овакви патогени су практично моноциклични, али уколико им је потребно више од годину дана да заврше циклус, називају се вишегодишњим.

СИМПТОМИ БОЛЕСТИ

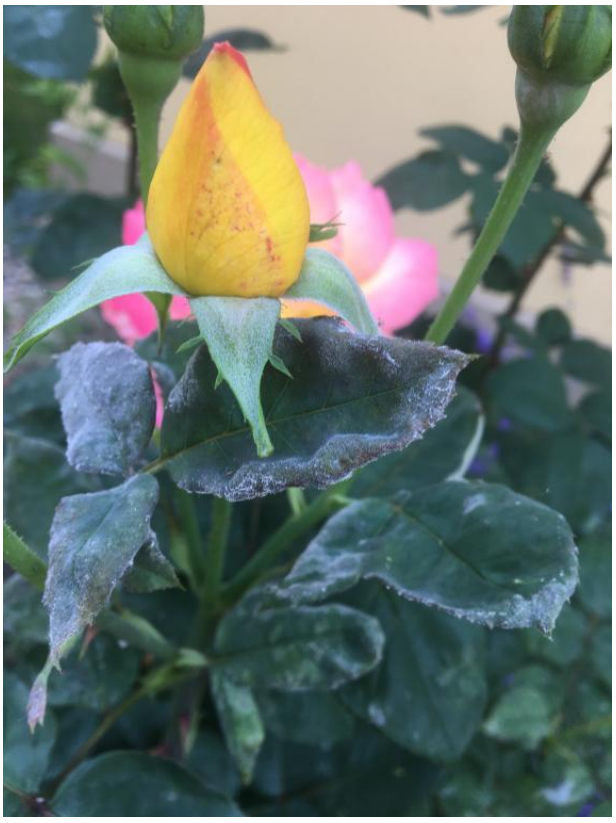
Фитопатогене псеудогљиве и гљиве проузрокују локалне или опште (системичне) симптоме на биљкама и ови симптоми се могу јавити одвојено, истовремено или један за другим. Од општих симптома најчешће су присутни локална или општа хлороза и/или некроза биљног ткива, заостајање у порасту појединих делова или читавих биљака. Мањи број гљива проузрокује прекомерни пораст заражених биљних делова или читавих биљака. Типови симптома се могу груписати на следећи начин:

1. **Некроза.** Тип симптома некрозе подразумева следеће појаве: Пегавост листова – локализоване пеге на листовима сачињене од мртвих биљних ћелија; Пламењача – нагла, агресивна некроза листова, изданака, пупољака или цветова; Рак-ране – локализоване некротичне површине на стаблу или меснатим биљним деловима, често улегле испод површине здравог ткива; Одумирање – некроза гранчица која креће од њиховог врха и напредује ка основи; Трулеж корена – угинуће делова корена или читавог кореновог система биљака; Полегање – нагло одумирање клијанаца; Трулеж основе стабла – дезинтеграција ткива у приземном делу стабла; Влажна и сува трулеж – мацерација и дезинтеграција плодова, корена, кртола, луковица и сочних листова; Антракноза – некротичне, улегле пеге на стаблу, листу, плоду или цвету;

Краставост – локализоване пеге на плодовима, листовима, кртолама, обично благо издигнуте или благо улегле са пукотинама, подсећају на красте; Пропадање биљака – нагли губитак тургора, ситни, крти листови, дефолијација и одумирање; Плесан – површине биљке или биљних органа прекривене беличастом мицелијом или спороносним структурама гљиве.

2. **Промене у боји** се најлакше уочавају на листовима, цветовима и плодовима. Најчешћи знаци обољења се манифестују у виду хлорозе (жутила) која се може јавити локално или захватити целу биљку (системична хлороза). Такође, овој групи симптома припадају: мозаик, црвенило листова, појава металног одсјаја итд.
3. **Промене у морфологији** обухватају различите облике деформација, као што су: коврџавост лишћа – задебљавање, деформисање и увијање листова, вештичије метле – изражено гранање изаданака према горе, појава гала – увећани делови биљака или читавих биљних органа (стабло, лист, цвет, корен), брадавичавост – брадавичасти израштаји на плодовима, кртолама и стаблу, клобучавост корена – увећан корен у облику вретена, смањење биљних делова или целих биљака (хипоплазија, нанизам, патуљавост).
4. **Увенуће** - губитак тургора и клонулост листова и изданака; Настаје када се патоген насели у спроводном систему биљке при чему је онемогућено нормално снабдевање биљака водом. Увенуће може да проузрокује физичко присуство патогена у спроводним елементима при чему долази до њиховог зачепљења, или деловање материја које луче патогени (пектолитички, целулолитички ензими, фитотоксини и друге материје) које врше дисфункцију судовних елемената.

5. **Пепелница** – појава пепељасте епифитне мицелијске превлаке на надземним биљним деловима.
6. **Рђа** - ситне пустуле (пликови) на површини надземних органа, најчешће листовима и стаблу, које су испуњене спорама паразита у боји рђе;
7. **Гар** – семе или гала испуњени мицелијом или спорама проузроковача гари;
8. **Главница** – уместо семена се формирају репродуктивне структуре (склероције, маса спора) проузроковача главнице.



Слика 5. Епифитни развој проузроковача пепелнице на листу руже (фото Граховац)

ИЗОЛАЦИЈА ФИТОПАТОГЕНИХ ГЉИВА

Неке болести биљака могу се дијагностиковати визуелним прегледом уз или без помоћи лупе или микроскопа, те у оваквим случајевима изолација прозроковача није неопходна, али је пожељна како би се потврдила дијагноза. У случајевима када симптоми или знаци болести нису довољно јасни, изолација проузроковача обољења је неопходан корак у постављању дијагнозе.

Имајући у виду да се споре различитих микроорганизама налазе свуда око нас, загађење хранљиве подлоге на коју вршимо изолацију микрорганизма из оболелог биљног ткива дешава се веома лако. Другим речима, уколико изолацију не спроводимо у стерилним условима са стерилним материјалом који користимо у раду, други микроорганизми могу ометати развој микроорганизма који желимо узгојити на хранљивој подлози при чему би изолација била неуспешна. Из овог разлога, адекватна припрема за изолацију је подједнако значајна као и сам чин изолације.

Припрема за изолацију.

Стерилисати сво посуђе које ће се користити за изолацију аутоклавирањем или користити стерилно пластично посуђе за једнократну употребу.

Припремити 0,5% раствор натријум хипохлорита (1/10 кућне варикине + 9/10 воде) – користи се за брисање или потапање зараженог биљног ткива, као и брисање површина на којима се спроводи изолација. Припремити и 70% раствор етил алкохола који се користи за потапање листова на 3 секунде и дуже. Циљ брисања/потапања јесте да

се смањи број потенцијалних загађивача који се налазе на површини биљног ткива и радних површина. По потапању, биљна ткива се морају испрати у стерилној води и осушити на стерилном папирном убрусу.

Припремити хранљиве подлоге на које ће се вршити изолација. Већина подлога које се користе садрже екстракте природног извора угљених хидрата као и других хранива, као што су кромпир, кукурузна каша, екстракт слада итд. У подлоге се додаје агар како би се подлога стегла и формирала желатинозну подлогу на којој се патоген може развијати, а развој се може несметано визуелно пратити. Најчешће се користи подлога од кромпира, декстрозе и агара (КДА подлога) која одговара већини гљива, водени или глукозни агар (1-3% глукозе у воденом агару) за одвајање неких припрадника раздела Oomycota и гљива од бактерија, подлога од осам врста поврћа (V-8) и друге мање богате подлоге које поспешују спорулацију патогена. Хранљиве подлоге се припремају у боцама које се аутоклавирају при 120°C и 100 kPa у трајању 20мин. Стерилисана подлога се затим прохлади и разлива у стерилне Петри кутије. По хлађењу, подлога се стеже у Петри кутији и омогућава засејавање микроорганизма. Разливање подлоге се врши у што је чистијим условима могуће, препоручљиво у ламинарној комори, која обезбеђује пречишћавање ваздуха, са дезинфикованим радним површинама.

Неке гљиве, нпр. ред Erysiphales, проузроковачи пепелница , као и проузроковачи рђа, гари и главница, затим псеудогљиве раздела Oomycota, породица Peronosporaceae, проузроковачи пламењаче, сматрају се облигатним паразитима (биотрофи) и не могу се гајити на хранљивим подлогама.

Изолација. Уколико су на листовима биљака присутне споре проузроковача, оне се стерилном иглом могу пренети директно на подлогу. Такође, уколико се листови оставе у влажној средини, репродуктивне структуре се могу појавити на површини и асептично пренети на хранљиву подлогу. Међутим, изолација се најчешће спроводи тако што се на прелазу здравог у оболело ткиво направе исечци биљног ткива величине 5 до 10 милиметара и потопе у раствор 0,5% раствор варикине у различитом трајању (15-30 секунди), затим се сваки исечак вади из раствора у једнаким интервалима (сваких 10-15 секунди) тако да је сваки површински стерилисан у различитом трајању. Исечци се потом суше на стерилној филтер хартији и асептично постављају на хранљиву подлогу.

Све горе наведене методе могу се применити и за изолацију патогена из листова и других зељастих биљних делова. Семена се могу цела постављати на подлогу. Међутим, патогени се могу врло лако изоловати у случају инфекције стабла или плода које су дубоко продрле у биљно ткиво (Слика 6). Ово се постиже тако што се заражено стабло или плод пресече на месту преласка здравог у оболело ткиво и исечак асептично узме на месту које претходно није било изложено потенцијалним загађивачима, и није било у додиру са рукама или ножем.



Слика 6. Зараза плода јабуке која омогућава изолацију без претходне површинске стерилизације биљног ткива (фото Граховац)

Изолација патогена из биљних делова који су били у контакту са земљом представља велики проблем због сапрофита који насељавају биљно ткиво након њеног изумирања у патогеном процесу. Због тога, први корак у оваквим изолацијама је темељно прање оваквих биљних делова под млазом текуће воде, а тек по прању може се приступити некој од горе описаних метода.

ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈНИ ПРОУЗРОКОВАЧИ ПСЕУДОМИКОЗА И МИКОЗА ВОЋАКА, ВИНОВЕ ЛОЗЕ И УКРАСНИХ БИЉАКА

Кратак преглед класификације значајнијих родова фитопатогених псеудогљива воћака, винове лозе и украсних биљака:

I. царство PROTOZOA

раздео Myxomycota

раздео Plasmodiophoromycota

II. царство CHROMISTA

раздео Hypochytriomycota

раздео Labyrinthulomycota

раздео Oomycota

класа Oomycetes

фамилија Albuginaceae
род *Albugo*

фамилија Peronosporaceae
род *Phytophtora*
род *Plasmopara*
род *Peronospora*
род *Pseudoperonospora*
род *Bremia*

фамилија Pythiaceae
род *Pythium*

царство *CHROMISTA*

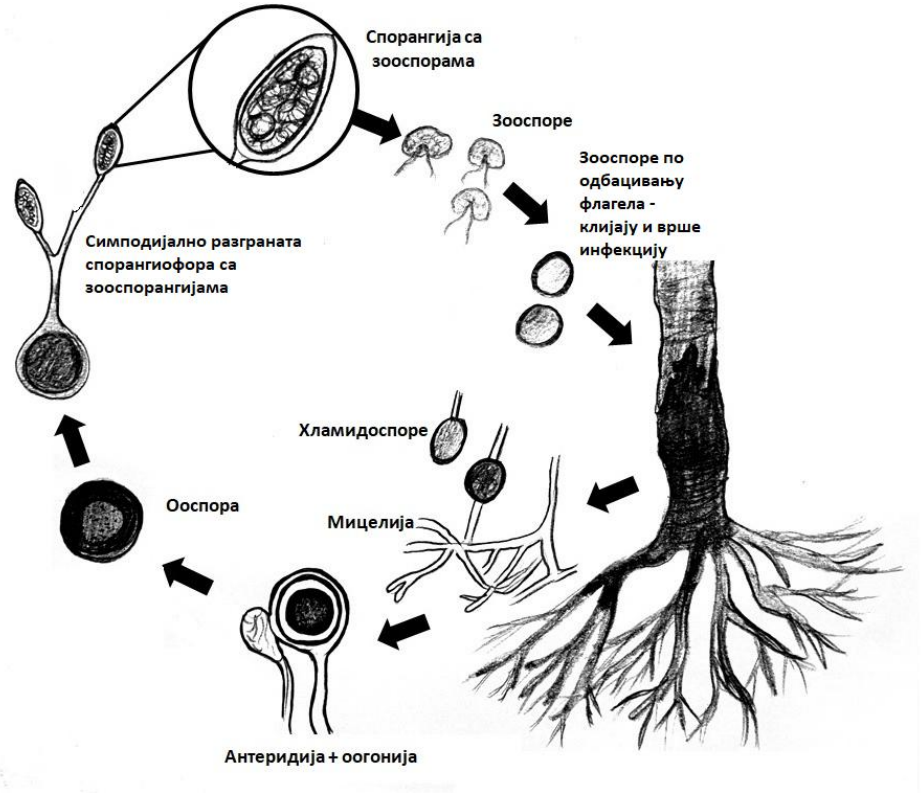
Раздео Oomycota

Род: *Phytophthora*

***Phytophthora* spp.**
Проузроковачи фитофторозне трулежи корена и кореновог врата јабуке
(Phytophthora collar, crown, and root rot)

Најчешће изолована врста је *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt., а утврђене су и врсте *P. cambivora, P. citricola, P. cryptogena, P. drechsleri, P. megasperma* и *P. syringae*.

- Талус: једноћелијска разграната мицелија
- Бесполна репродукција: на симподијално разгранатим спорангиофорама (главна грана не расте стално врхом, већ прекида раст и нека од бочних грана преузима раст), са благим задебљањима на месту гранања формирају се лимунасте спорангије са зооспорама. Формира хламидоспоре.
- Полна репродукција: по типу хетерогамије. Копулацијом антеридије (мушке полне ћелије) и оогоније (женске полне ћелије) настају дебелозидне сферичне трајне споре за одржавање – ооспоре.
- Одржавање: у облику ооспора до две године и хламидоспора до три месеца.



Животни циклус *Phytophthora cactorum* (Лоц, 2019)

Phytophthora rubi, P. cryptogea, P. drechsleri
Проузроковачи фитофторозе малине
(Phytophthora root rot of raspberry)

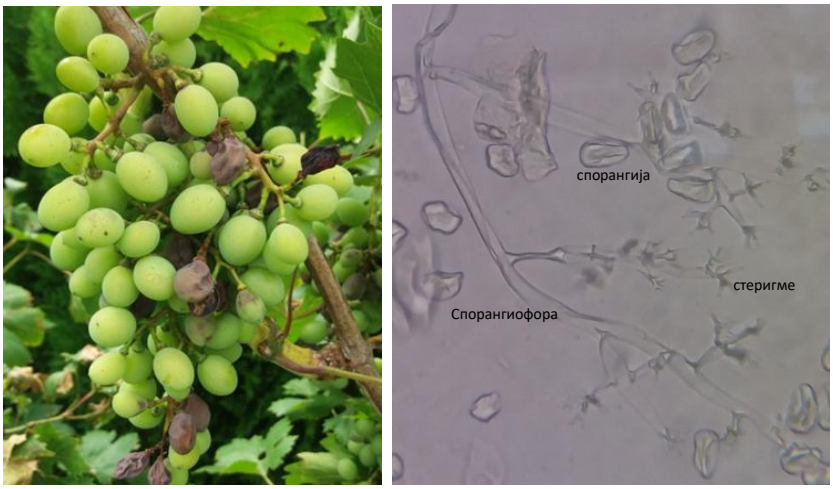
- Талус: једноћелијска разграната мицелија
- Бесполна репродукција: на симподијално разгранатим спорангиофорама формирају се лимунасте спорангије са зооспорама.
- Полна репродукција: по типу хетерогамије. Копулацијом антеридије (мушког полног органа) и оогоније (женског полног органа) настају сферичне трајне споре за одржавање – ооспоре.
- Одржавање: одржава се у облику мицелије и ооспора.

Род: *Plasmopara*

Plasmopara viticola
Проузроковач пламењаче винове лозе
(Downy mildew of grapevine)



Некротичне пеге на лицу и спороносне структуре на наличју листа винове лозе (фото Петреш)

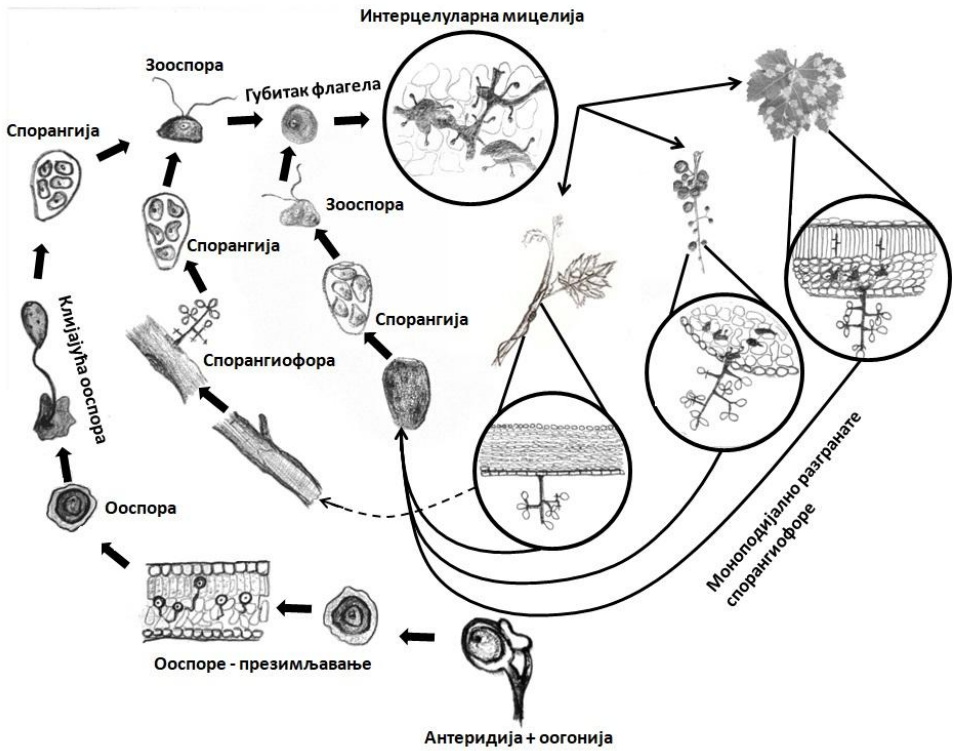


Сушење бобица (лево) и моноподијално разгранате спорангиофоре са стеригмама и спорангијама (десно) (фото Петреш)

- Талус: једноћелијска разграната, интерћелијска мицелија
- Бесполна репродукција: на моноподијално разгранатим спорангиофорама (главна грана не прекида са растом, а бочне гране које полазе са ње заостају у расту) које се завршавају са по

три стеригме, формирају се спорангије са зооспорама. Зооспоре су двоједарне и имају по две неједнаке флагеле.

- Полна репродукција: по типу хетерогамије. Копулацијом антеридије (мушке полне ћелије) и оогоније (женске полне ћелије) настају дебелозидне сферичне трајне споре за одржавање – ооспоре.
- Одржавање: у облику ооспора у зараженом лишћу, док у топлијим условима може да преживи и у облику мицелије.



Животни циклус *Plasmopara viticola* (Лоц, 2019)

Род: *Peronospora*

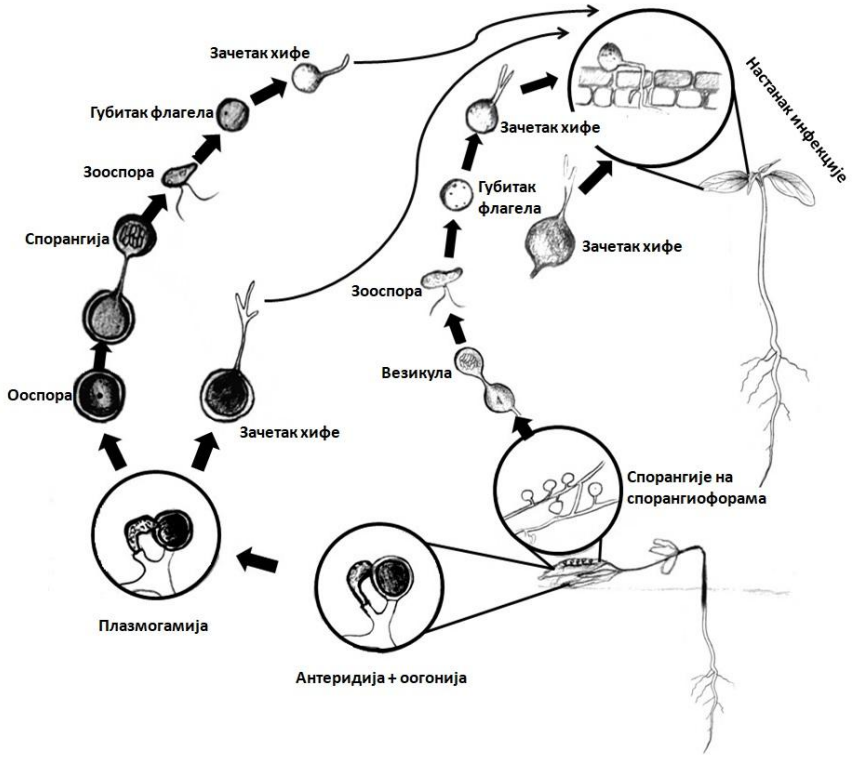
Peronospora sparsa
Проузроковач пламењаче руже и рибизле
(Downy mildew of rose and blackberry)

- Талус: једноћелијска разграната мицелија
- Бесполна репродукција: на дихотомо разгранатим спорангиофорама (основна грана се грана на две нове, приближно једнаке гране) формирају се елиптичне спорангије.
- Полна репродукција: по типу хетерогамије. Копулацијом антеридије (мушке полне ћелије) и оогоније (женске полне ћелије) настају сферичне трајне споре за одржавање – ооспоре.
- Одржавање: одржава се у облику мицелије и ооспора.

Род: *Pythium*

***Pythium* spp.**
Проузроковачи полегања расада, палежи клијанаца и трулежи семена
(*Pythium* seedling and seed blight)

- Талус: једноћелијска разграната мицелија.
- Бесполна репродукција: на неразгранатим спорангиофорама се формирају округле спорангије, а у њима зооспоре са две флагеле, или спорангије клијају у зачетак инфективне хифе.
- Полна репродукција: по типу хетерогамије. Копулацијом настају трајне дебелозидне сферичне споре - ооспоре.
- Одржавање: презимљава у зараженим биљним остацима и земљишту у виду ооспора.



Животни циклус *Pythium* sp. (Loc, 2019)

Кратак преглед класификације значајнијих родова фитопатогених гљива воћака, винове лозе и украсних биљака:

царство FUNGI

раздео Ascomycota

подраздео Taphrinomycotina

класа Taphrinomycetes

фамилија Taphrinaceae
род *Taphrina*

подраздео Pezizomycotina

класа Leotiomycetes

фамилија Erysiphaceae
род *Podosphaera*
род *Spaerotheca*
род *Microsphaera*
род *Phyllactinia*
род *Erysiphe*
род *Uncinula*

фамилија Sclerotiniaceae
род *Monilinia*
род *Botrytis*

фамилија Dermateaceae
род *Diplocarpon*
род *Blumeriella*
род *Neofabrea*

класа Dothideomycetes

фамилија Venturiaceae
род *Venturia*

фамилија Botryosphaeriaceae
род *Botryosphaeria*
род *Guignardia*

фамилија Didymellaceae
род *Didymella*

фамилија Mycosphaerellaceae
род *Mycosphaerella*
род *Ramularia*
род *Stigmina*

фамилија Pleospporaceae
род *Alternaria*

класа Sordariomycetes

фамилија Glomerellaceae
род *Glomerella*

фамилија Nectriaceae
род *Neonectria*
род *Fusarium*
род *Giberella*

фамилија Phyllachoraceae
род *Polystigma*

фамилија Valsaceae
род Leucostoma

фамилија Diaporthaceae
род *Diaporthe*
род *Phomopsis*

фамилија Gnomoniaceae
род *Ophiognomonia*
род *Apiognomonia*

фамилија Xylariaceae
род *Rosellinia*

фамилија Plectosphaerellaceae
род *Verticillium*

класа Eurotiomycetes

фамилија Trichocomaceae
род *Penicillium*

подраздео Saccharomycotina

раздео Basidiomycota

подраздео Ustilaginomycotina

подраздео Pucciniomycotina

фамилија Pucciniaceae
род *Gymnosporangium*
род *Puccinia*
род *Uromyces*

фамилија Phragmidiaceae
род *Phragmidium*
род *Kuehneola*

подраздео Agaricomycotina

фамилија Physalacriaceae
род *Armillaria*

фамилија Ceratobasidiaceae
род *Rhizoctonia*

раздео Zygomycota

фамилија Mucoraceae
род *Mucor*
род *Rhizopus*

Царство FUNGI

Раздео Ascomycota

подраздео Taphrinomycotina

Класа Taphrinomycetes

Род: *Taphrina*

Taphrina pruni
Проузроковач рогача шљиве
(Plum pocket)



Увећани плодови, сунђерасте конзистенције са сивкастом спорулацијом на површини (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска, двоједарна мицелија
- Репродукција: Аскуси се формирају слободно, не налазе се у плодоносном телу. У њима се налази осам округлих, једноћелијских аскоспора. Аскоспоре клијају још у аскусу и пупљењем формирају бластоспоре. Бластоспоре могу такође да клијају.

- Одржавање: презимљава у облику аскоспора и бластоспора на љуспастим листићима пупољака, или у пукотинама у кори.

Taphrina deformans
Проуроковач коврџавости листа бресквe и нектарине
(Peach leaf curl)

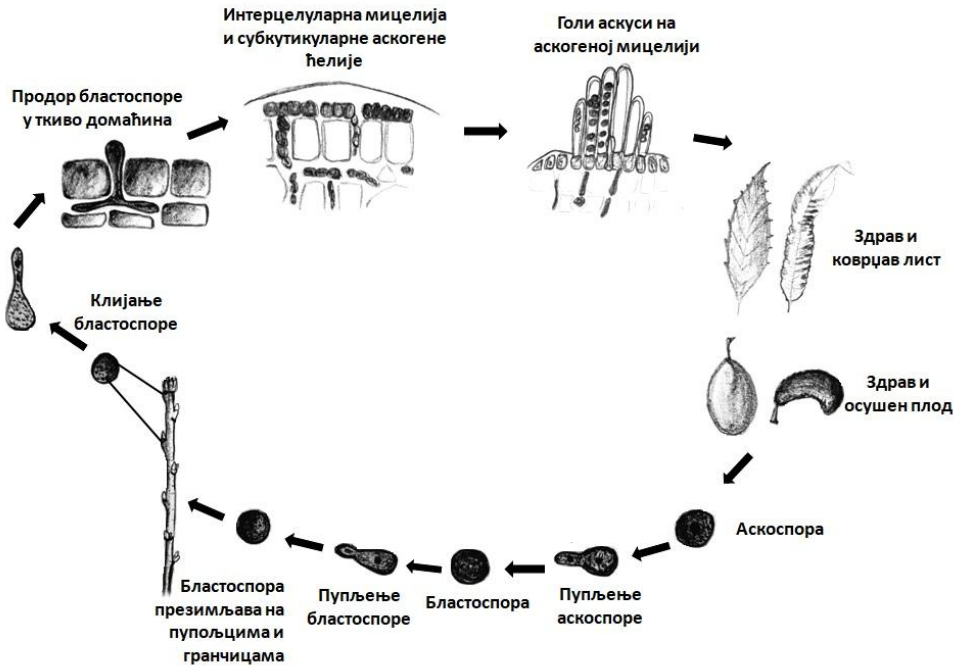


Задебљали делови лиске и коврџавост листова бресквe (лево) и слободан аскус на површини биљног ткива (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска, интерцелуларна мицелија. Постоје вегетативне (које не формирају спороносне структуре) и спороносне хифе.

- Репродукција: ћелије мицелије се деле уздужном преградом на две ћелије. Спољна ћелија се развија у аскус. Аскуси се формирају слободно на површини биљака, гљива не формира плодоносно тело. У аскусима се налази 4-8 округлих, једноћелијских аскоспора. Аскоспоре пупљењем дају бластоспоре.

- Одржавање: презимљава у облику аскоспора и бластоспора на љуспастим листићима пупољака, или у пукотинама у кори дрвета.



Животни циклус *Taphrina* sp. (Лоц, 2019)

Taphrina cerasi
Проузроковач „Вештичије метле" трешње
(Cherry leaf curl)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: аскуси се формирају на наличју, ретко на лицу листа и у њима се формира по осам једноћелијских, округластих, овалних аскоспора.
- Одржавање: презимљава у облику аскоспора.

подраздео Pezizomycotina

класа Leotiomycetes

Род: *Podosphaera*

Телеоморф: *Podosphaera leucotricha*
Анаморф: *Oidium farinosum*
Проузроковач пепелнице јабуке
(Powdery mildew of apple)

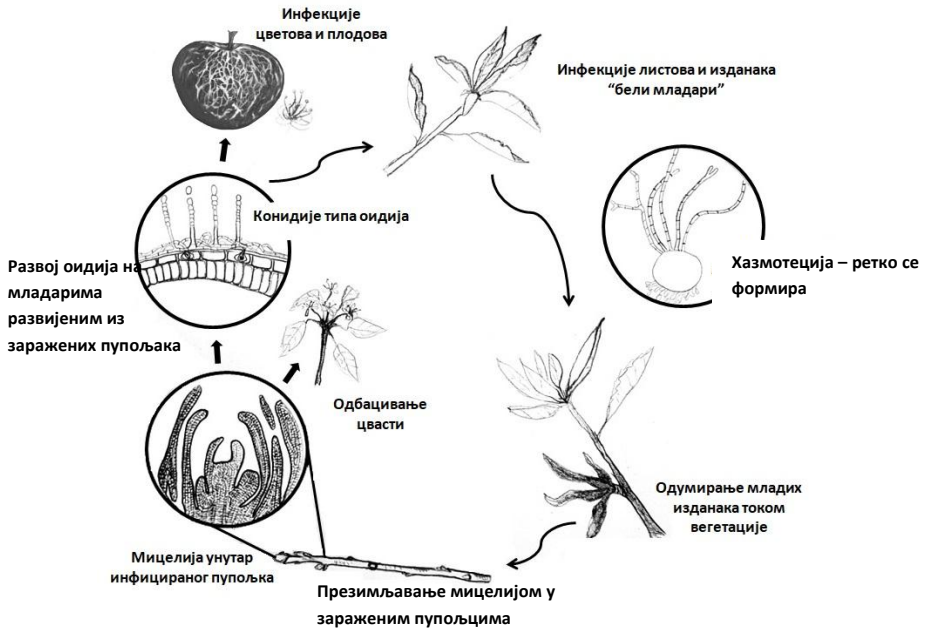


„Бели младар“ развијен из зараженог пупољка на стаблу јабуке (фото Петреш)



Оидије у низовима (лево) и хазмотеција са дихотомо разгранатим апендицесима (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија са хаусторијама.
- Бесполна репродукција: на белој, папирјастој мицелији на површини биљних органа формира конидиофоре. На конидиофорама се у низовима базипетално (од основе ка врху – најстарија конидија је на врху низа) формирају једноћелијске, елипсасте, безбојне конидије типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције су лоптастог или крушколиког облика са две врсте апендицеса. На горњој страни налазе се дихотомо разгранати апендицеси, а на доњој кратки, рудиментирани апендицеси. У хазмотецији формира један аскус са осам аскоспора. Хазмотеције се у нашим условима ретко формирају.
- Одржавање: основни начин презимљавања је мицелијом у пупољцима зараженим током претходне вегетације.



Животни циклус *Podosphaera leucotricha* (Лоц, 2019)

Телеоморф: *Podosphaera clandestina*
Анаморф: *Oidium crataegi*
Проузроковач пепелнице дуње
(Powdery mildew of quince)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на септираним конидиофорама формира у низовима једноћелијске, елиптичне или цилиндричне конидије типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције су овалне мркоцрне или црне. Апендицеси су неједнаке дужине, распоређени кружно и гранају се 3-4 пута. Аскуси су овални, а аскоспоре елиптичне.
- Одржавање: презимљава мицелијом и хазмотецијама које се формирају на леторастима.

Телеоморф: *Podosphaera tridactyla*
Анаморф: *Oidium passerinii*
Проузроковач пепелнице шљиве
(Powdery mildew of plum)



Мицелијска превлака на листу (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на конидиофорама у низовима формира 1-4 једноћелијске, елипсоидне до буретасте конидије типа оидија.
- Полна репродукција: на листу у оквиру мицелије формирају се црне лоптасте хазмотеције, са 1-8 септираних апендицеса, који се дихотомо гранају неколико пута. У хазмотецијама се налази по један аскус са 6-8 овалних аскоспора.
- Одржавање: презимљава у виду хазмотеција на зараженим биљним деловима и мицелије у пупољцима.

Podosphaera myrtillina
Проузроковач пепелнице боровнице
(Powdery mildew of blueberry)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: формира једноћелијске, безбојне конидије типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције имају 5-8 апендицеса. У хазмотецији се формира аскус са осам елиптичних аскоспора.
- Одржавање: презими у облику хазмотеција на зараженим биљним деловима.

Телеоморф: *Podosphaera aphanis*
Анаморф: *Oidium ruborum*
Проузроковач пепелнице јагоде
(Powdery mildew of strawberry)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: конидије се формирају у низовима до 16 у низу, једноћелијске, елипсоидне или буретасте.
- Полна репродукција: хазмотеције се формирају од јуна и садрже по један аскус са осам аскоспора.
- Одржавање: презими мицелијом и хазмотецијама у зараженом лишћу јагоде.

Телеоморф: *Podosphaera pannosa*
син. *Sphaerotheca pannosa* f. sp. *Rosae*
Анаморф: *Oidium leuconicum*
Проузроковач пепелнице руже
(Downy mildew of rose)



Micелијска превлака на листовима руже (фото Граховац)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на конидиофорама у низовима формира 5-10 једноћелијских, елипсоидних конидија типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције се формирају при крају вегетације, углавном на стаблу руже, урођене у мицелијску превлаку. У хазмотецијама се налази по један аскус са 8 елипсоидних аскоспора.
- Одржавање: презимљава у мицелијом у пупољцима.

Телеоморф: *Microsphaera alphitoides*
Анаморф: *Oidium quercinum*
Проузроковач пепелнице храста
(Oak powdery mildew)



Мицелијска превлака на листу храста (лево) и хазмотеције са дихотомо разгранатим апендицесима на врху, пуца у облику латиничног слова "V" и ослобађа аскусе са аскоспорама (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на конидиофорама се у низовима формирају једноћелијске, елипсоидне, лимунасте или цилиндричне конидије типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције се формирају урођене у мицелијску превлаку. У хазмотецијама се налази 4-16 аскуса са 6-8 једноћелијских, елипсоидних аскоспора. На хазмотецијама се формирају дихотомо раззгранати апендицеси који се гранају на врху.
- Одржавање: презимљава у облику хазмотеција на површини биљних делова и мицелијом у пупољцима.

Род: *Phyllactinia*

Телеоморф: *Phyllactinia guttata*
Анаморф: *Ovulariopsis moricola*
Проузроковач пепелнице леске
(Powdery mildew of hazelnut)



Ретка мицелијска превлака на наличју листа у коју су урођене хазмотеције (лево) и хазмотеција са „мачоликим“ апендицесима (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска, ендофитна мицелија.
- Бесполна репродукција: формира појединачне, једноћелијске, безбојне конидије ромбоидног облика.
- Полна репродукција: хазмотеције су разбацане по површини листа. На њима се формира 6-15 правих апендицеса са мехурастим проширењем у основи (мачолики апендицеси). У њима се формира 8-25 аскуса са 2-3 једноћелијске аскоспоре различитог облика.
- Одржавање: презими у облику хазмотеција на зараженим листовима.

Род: *Erysiphe*

Телеоморф: *Erysiphe necator*
син. *Uncinula necator*
Анаморф: *Oidium tuckeri*
Проузроковач пепелнице винове лозе
(Powdery mildew of grapevine)

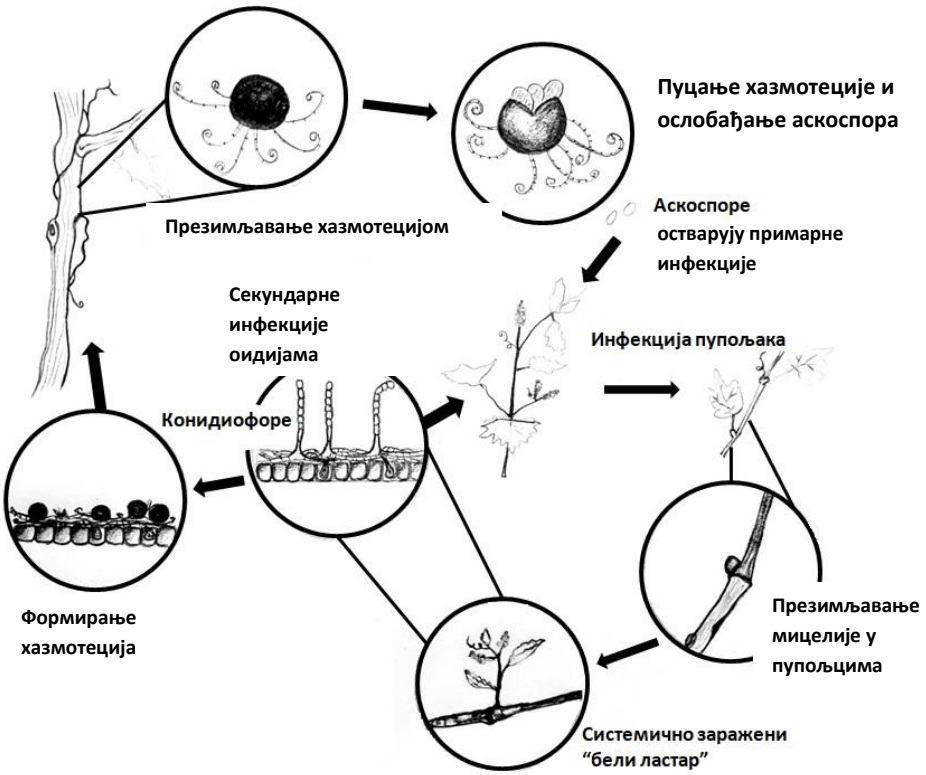


Мицелијска превлака на листу и бобицама винове лозе (фото Петреш)



Хазмотецијa са спирално увијеним врховима апендицеса, ослобађа аскус са аскоспорама (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на конидиофорама формира апикално у низовима овалне или цилиндричне, једноћелијске, безбојне конидије типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције су у почетку светло обојене, потом жуте, а по сазревању постају тамномрке. Апендицеси су дуги, септирани, спирално увијени на врху. Аскуси (4-6) су овални или полуовални, аскоспоре једноћелијске, безбојне, овалне или елиптичне.
- Одржавање: презимљава мицелијом у пупољцима током благих зима, или хазмотецијама које се формирају на површини биљних органа.



Животни циклус *Erysiphe necator* (Лоц, 2019)

Erysiphe flexuosa
Проузроковач пепелнице кестена
(Powdery mildew on horse chestnut)

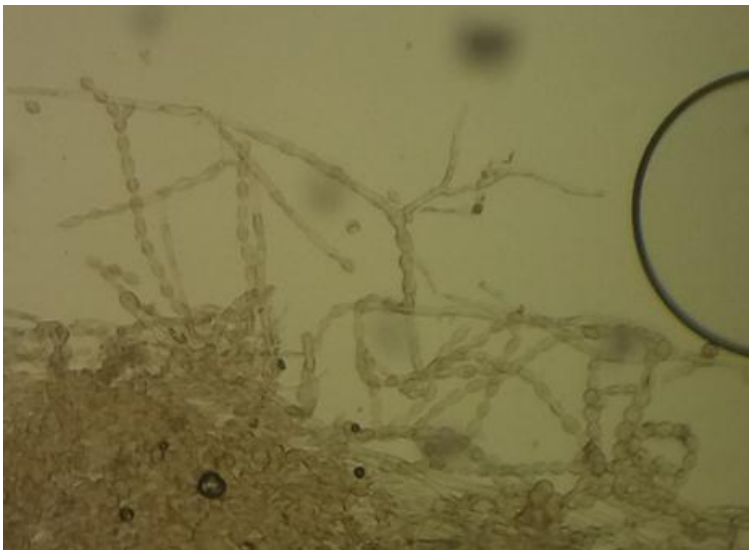
- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на конидиофорама у низовима формирају се једноћелијске, елипсоидне, конидије типа оидија.
- Полна репродукција: хазмотеције се формирају урођене у мицелијску превлаку, са обе стране листа. У хазмотецијама се формира 5-12 аскуса, а у њима 6-8 елипсоидних аскоспора. Апендицеси могу бити дужи до 1,5 пут од пречника хазмотеције. Апендицеси су при крајевима таласасти и на врховима увијени.
- Одржавање: презимљава у облику хазмотеција на зараженим биљним деловима.

Род: *Monilinia*

Телеоморф: *Monilinia fructigena, Monilinia fructicola*
Анаморф: *Monilia fructigena, Monilia fructicola*
Проузроковачи мрке трулежи плода јабуке и крушке
(Brown rot of apple and pear)



Мрка трулеж и спородохије на незрелом плоду јабуке (лево) (фото Граховац) и спородохије на мумифицираном плоду јабуке (десно) (фото Петреш)



Једноћелијске, лимунасте конидије у низовима (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: једноћелијске конидије се формирају у низовима, базипетално, тако даје најмлађа конидија у основи низа. Овалне су, лимунастог облика, формирају се у оквиру спородохија. Склероције се не формирају често. Заражени плодови се претварају у суве супстратне строме – мумије.
- Полна репродукција: на опалим плодовима се формирају апотеције, које су левкастог облика, светло смеђе боје. Аскуси су цилиндрични и у њима се формира оса аскоспора. Аскоспоре су једноћелијске, јајасте или вретенасте. Апотеције се ретко формирају.
- Одржавање: презими мицелијом у мумифицираним плодовима у крошњи дрвета или на земљи, у зараженим цветним дршкама и рак-ранама.

Телеоморф: *Monilinia linhartiana*
Анаморф: *Monilia cydoniae*
Проузроковач монилиозе дуње
(Brown rot and blight of quince)



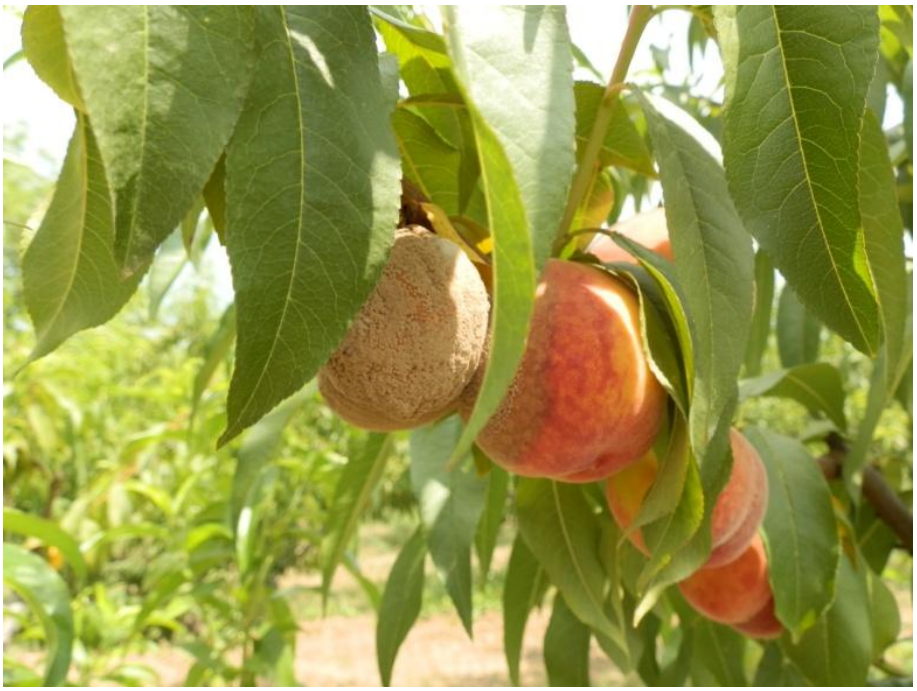
Мрка трулеж са концентрично распоређеним спородохијама на плоду дуње (фото Петреш)



Некроза на гранчице дуње (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: конидије се формирају у низовима од по 30, бластично, тако даје најмлађа конидија у основи низа. Овалне су, лимунастог облика, једноћелијске, формирају се у оквиру спородохија.
- Полна репродукција: на мумифицираним плодовима се формирају апотеције. Аскуси су цилиндрични и у њима се формира осам једноћелијскихаскоспора.
- Одржавање: презими у облику мумифицираних плодова или у виду мицелије у зараженим гранама.

Телеоморф: *Monilinia laxa*
Анаморф: *Monilia laxa*
Проузроковач монилиозе коштичавих воћака
(Brown rot of stone fruits)



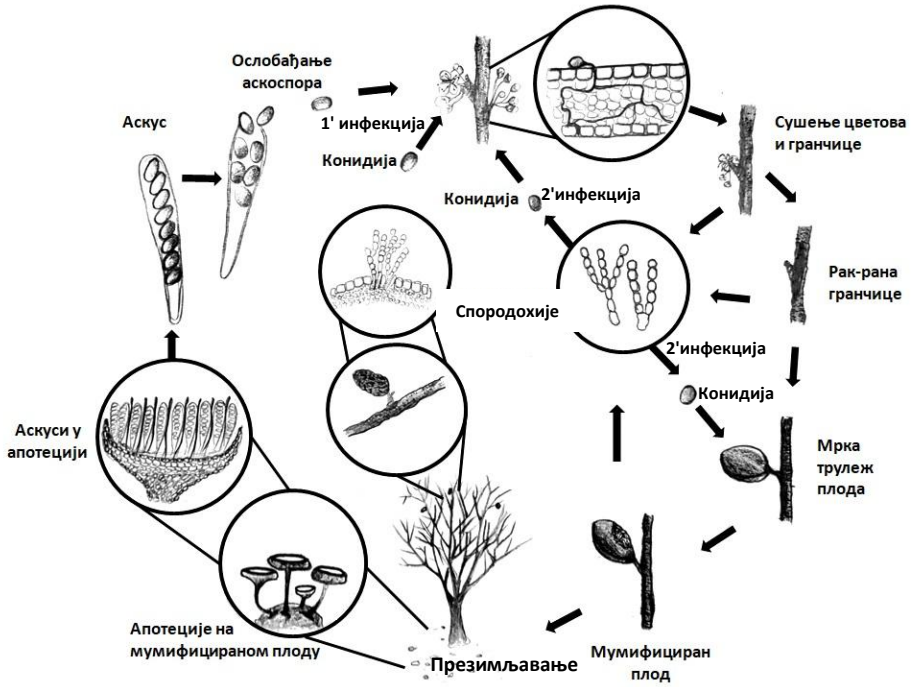
Мрка трулеж и спородохије на плодовима бресквe (фото Тановић)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.

- Бесполна репродукција: конидије се формирају бластично у низовима, најмлађа је у основи низа, елиптичне су или лимунасте, једноћелијске.

- Полна репродукција: формира апотеције у којима се налазе аскуси са акоспорама. Развијају се у групама у мумифицираним плодовима. Апотеције се ретко формирају.

- Одржавање: презимљава у облику мицелије у рак-ранама у кори грана, и у мумифицираним плодовима.



Животни циклус *Monilinia laxa* (Лоц, 2019)

Телеоморф: *Monilinia vaccinii-corymbosi*
Анаморф: *Monilia vaccinii-corymbosi*
Проузроковач монилиозе боровнице
(Mummy berry of blueberry)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.

- Бесполна репродукција: конидије су једноћелијске, лимунастог облика.

- Полна репродукција: на опалим мумифицираним бобицама се формирају апотеције, које су пехарастог, а касније тањирастог облика. У аскусима се формира осам једноћелијских аскоспора.
- Одржавање: презими мицелијом у мумифицираним бобицама.

Род: *Botryotinia*

Телеморф: *Botryotinia fuckeliana*
Анаморф: *Botrytis cinerea* Pers.
Проузроковач сиве трулежи
(Gray mold)



Сива трулеж, одвајање покожице и формиране конидиофоре са конидијама на површишини плода боровнице (лево) (фото Граховац) и „љушћење“ бобица винове лозе (фото Тановић)



Сива трулеж праћана обилном спорулацијом на плодовима малине и јагоде (фото Тановић)



Полегање биљке цикламе уз спорулацију (конидиофоре и конидије) на површини (фото Тановић)

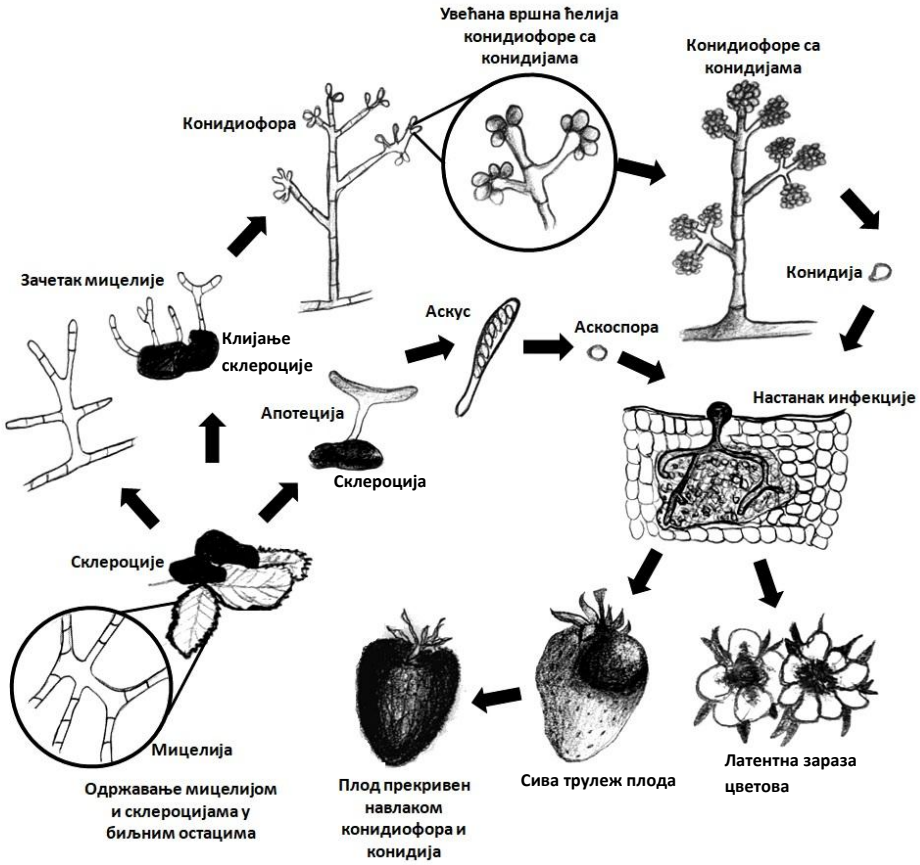


Трулеж цвета *Primula* sp. и спорулација на површини (фото Тановић)



Конидиофора са увећаном вршном ћелијом на којој се на кратким стеригмама налазе једноћелијске конидије (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија маслинасто-мрке боје.
- Бесполна репродукција: конидиофоре се формирају директно из хифа, разгранате, са увећаном вршном ћелијом на којој се формирају конидије. Конидије су једноћелијске, овалне или округле. Формира склероције.
- Полна репродукција: апотеције су пехарасте, ретко се формирају. Аскоспоре су једноћелијске, овално-елиптичне.
- Одржавање: презимљава мицелијом и склероцијама у зараженим биљним деловима и биљним остацима.



Животни циклус *B.cinerea* (Лоц, 2019)

Телеоморф: *Botryotinia draytonii*
Анаморф: *Botrytis gladiorum*
Проузроковач сиве трулежи гладиола
(Botrytis blight of gladiolus)

- Талус: вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на чланковитим, разгранатим конидиофорама образује елиптичне или овалне, једноћелијске конидије. Формира склероције.
- Полна репродукција: на склероцијама паразит формира пехарасте апотеције на којима се налазе аскуси са по осам једноћелијских, безбојних, елипсодиних аскоспора.

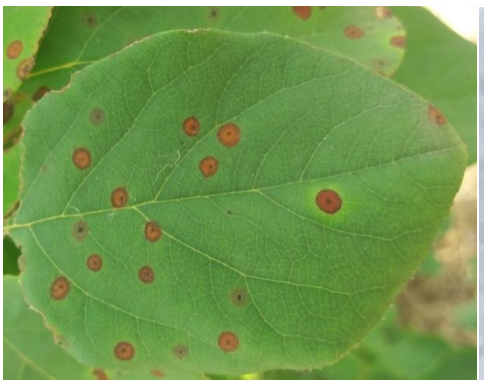
- Одржавање: презимљава у зараженим биљним остацима, земљишту или семену у облику мицелије и склероција.

Род: *Diplocarpon*

Телеоморф: *Diplocarpon maculatum*
Син. *Fabraea maculata*
Анаморф: *Entomosporium mespili*
Проузроковач црне пегавости дуње и крушке
(Fabrea leaf spot of quince and pear)



Црне пеге оивичене црвенкастим ореолом на плоду крушке (фото Тановић)





Црвенкасто-мрке пеге на листу са црним ацервулама у центру (лево) и четвороћелијска конидија са сетама која подсећа на инсекта (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: у центру пега на листу се стварају ацервуле, као и на леторастима и плоду. Унутар ацервула се формирају конидије које су четвороћелијске са сетама, подсећају на инсекта, па отуда назив *Entomosporium.* У капи воде ћелије се раздвајају после једног сата и свака може да изврши инфекцију.
- Полна репродукција: на презимелим листовима формира апотеције. У сваком аскусу се развија осам двоћелијских аскоспора.
- Одржавање: презимљава аскоспорама и конидијама у опалим листовима и рак-ранама.

Телеоморф: *Diplocarpon earlianum*
Анаморф: *Marssonina fragariae*
Проузроковач црвене пегавости листа јагоде
(Leaf scroch (red spot) of strawberry)

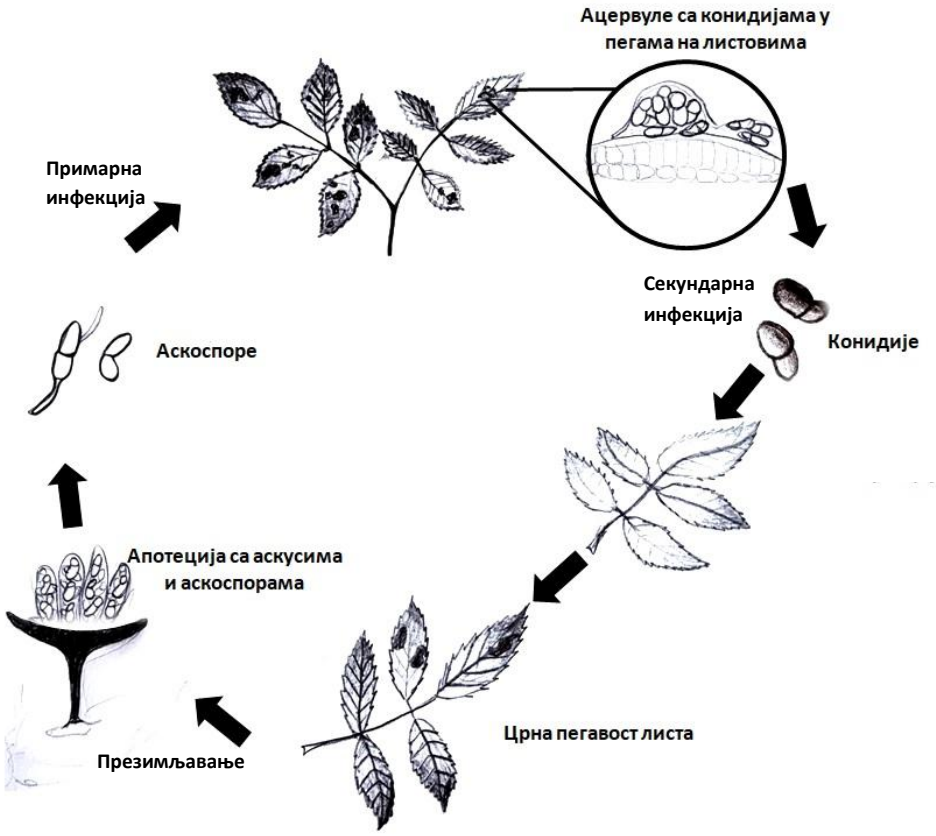
- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: ацервуле се формирају у пегама на лицу листа, испод кутикуле. Конидије су двоћелијске, по изгледу сличне аскоспорама.
- Полна репродукција: формира апотеције у старијим лезијама. Дискоидног су облика и формирају се на наличју листа. У аскусима се формира по осам двоћелијских аскоспора. Горња ћелија је већа од доње.
- Одржавање: презими у зараженом лишћу у виду мицелије, конидија, или аскоспора.

Телеоморф: *Diplocarpon rosae*
Анаморф: *Marssonina rosae*
Проузроковач црне пегавости листа руже
(Rose black spot)



Црне пеге са зракастим ободом и жућење листа руже као последица ослобађања етилена (фото Граховац)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: ацервуле се формирају у пегама на листовима, испод кутикуле. Конидије су двоћелијске, безбојне.
- Полна репродукција: апотеције су дискоидног облика. У аскусима се формира по осам двоћелијских аскоспора. Ћелије аскоспора нису једнаке.
- Одржавање: презими у зараженом лишћу и стаблу, на ком се у пролеће формирају апотеције.



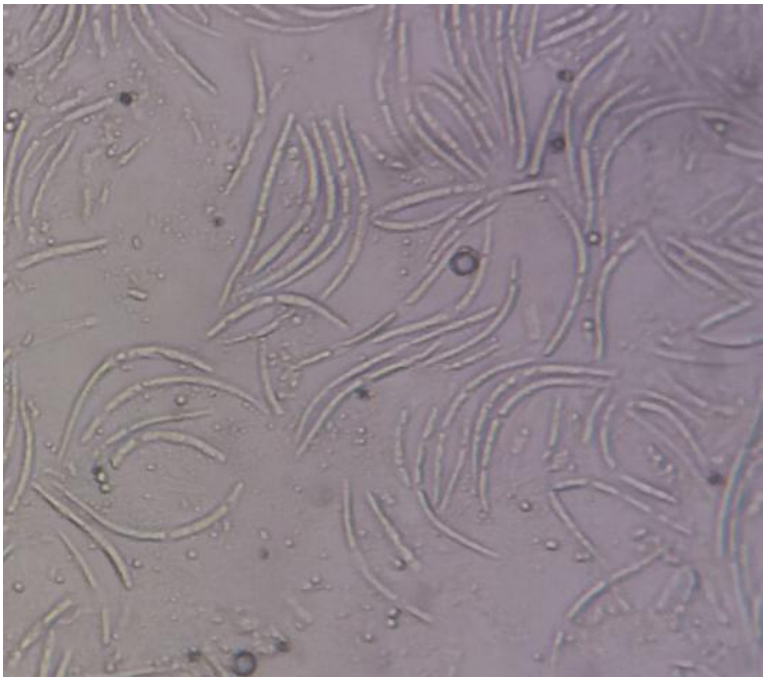
Животни циклус *Diplocarpon rosae* (Лоц, 2019)

Род: *Blumeriella*

Телеоморф: *Blumeriella jaapii*
Анаморф: *Phloeosporella padi*
Проузроковач пегавости листа вишње и трешње
(Leaf spot of cherry)

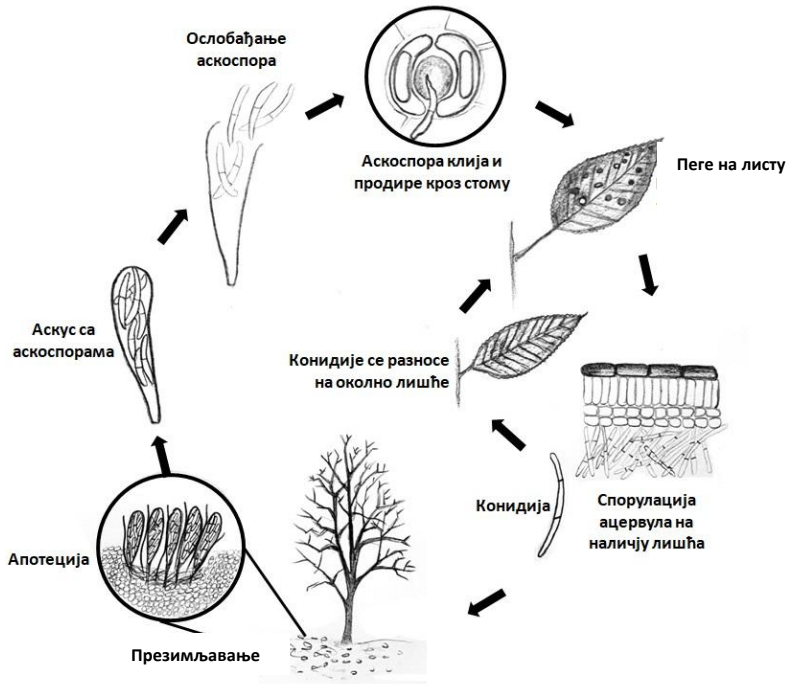


Ситне, пурпурне пеге на лицу листа трешње – пеге понекад испадају и остају рупе (лево) и ацервуле формиране у оквиру мрких пега са наличја листа из којих цури маса конидија (десно) (фото Петреш)



Безбојне, кончасте конидије (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: формира ацервуле. Конидије су двоћелијске, ређе троћелијске (септе су слабије приметне), повијене, кончасте, на једном крају заоштрене а на другом заобљене.
- Полна репродукција: формира апотеције на наличју опалих листова. У аскусима се формира по осам једноћелијских аскоспора.
- Одржавање: презимљава апотецијама, а у подручјима где не формира полни стадијум презими конидијама.



Животни циклус *Blumeriella jaapii* (Лоц, 2019)

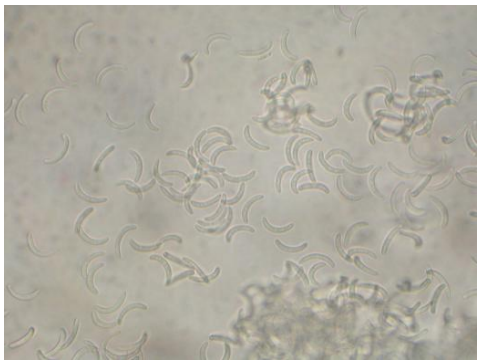
Род: *Neofabraea*

Телеоморф: *Neofabraea alba*
Анаморф: *Gloeosporium album*
Проузроковач антракнозне трулежи јабуке
(Bull's eye rot of apple)



Антракнозне пеге „биково око“ на плодовима јабуке (фото Медић)





Ацервуле (лево) и макроконидије (десно) *N. alba* (фото Медић)

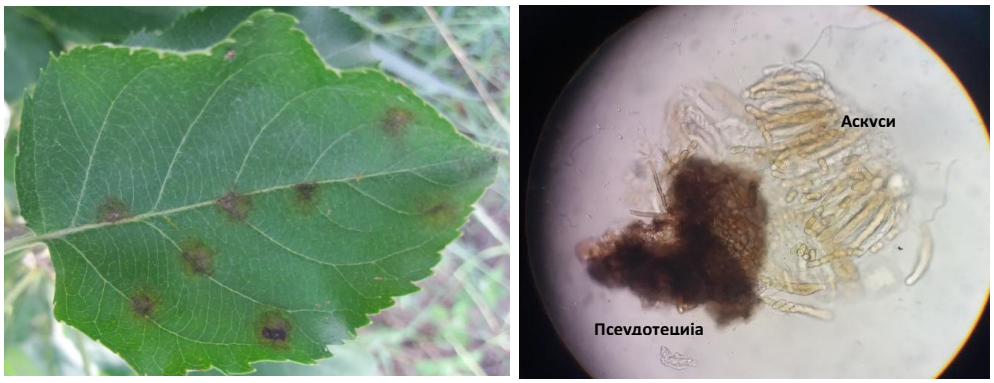
- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: у ацервулама формира једноћелијске макроконидије, повијене, цилиндричног или фузиформног облика.

- Полна репродукција: формира апотеције, а у њима аскусе са аскоспорама. Аскоспоре могу имати 4 – 7 ћелија.
- Одржавање: презимљава у виду мицелије и конидија у зараженим плодовима и рак ранама.

Класа Dothideomycetes

Род: *Venturia*

Телеоморф: ***Venturia inaequalis***
Анаморф: ***Spilocea pomi***
Проузроковач чађаве пегавости листа и краставости плода јабуке (Apple scab)

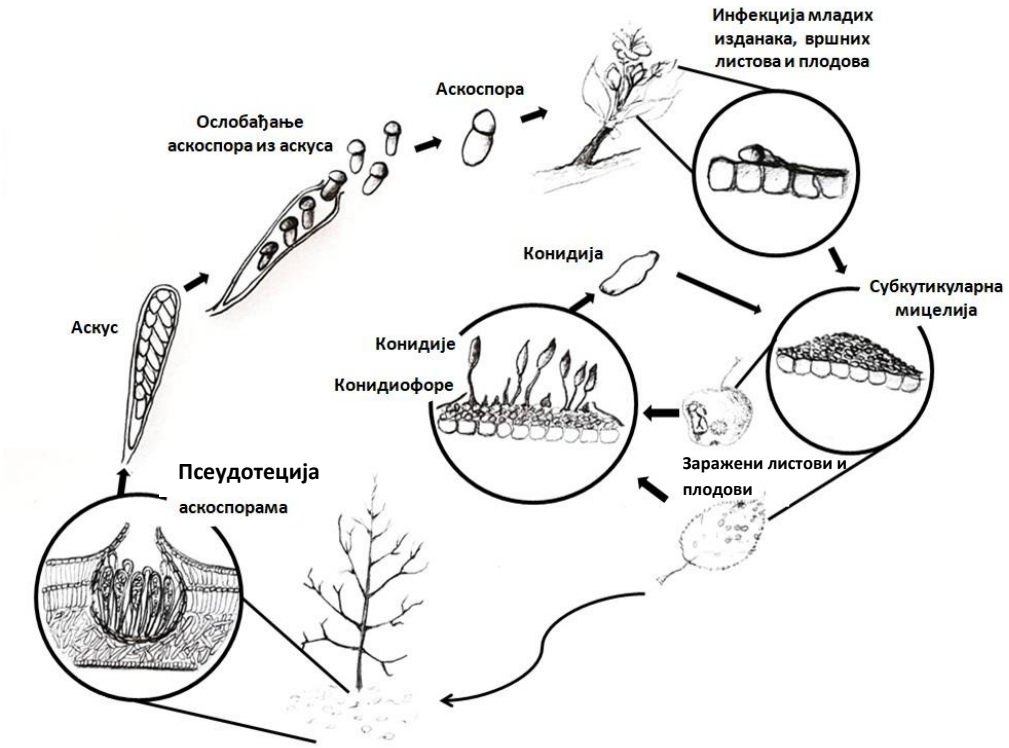


Јасно дефинисане, кружне чађаве пеге на лицу листа јабуке (лево) и зрела псеудотеција ослобађа аскусе са аскоспорама (десно) (фото Петреш)



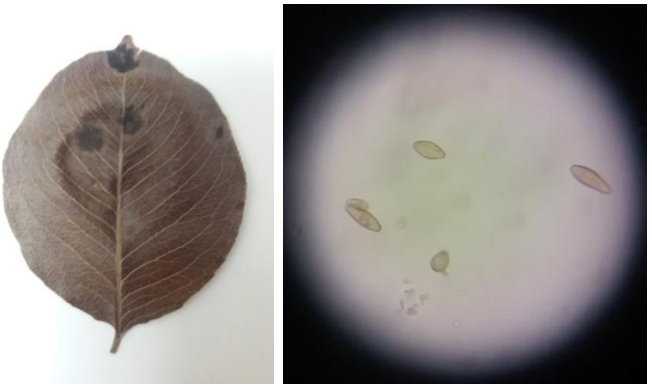
Аскус са осам двоћелијских аскоспора – горња ћелија шира и краћа од доње (лево) и једноћелијске, мрке конидије (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на усправним, мрким конидиофорама образује издужене, овалне, једноћелијске (ретко двоћелијске) црвено-мрке конидије.
- Полна репродукција: на опалом лишћу и плодовима јабуке формира тамно мрке до црне псеудотеције са израженом остиолом, са 50-100 аскуса у којима се налази по осам аскоспора. Аскоспоре су двоћелијске, горња ћелија је краћа и шира од доње, односно ћелије су неједнаке, по чему је гљива и добила назив „*inaequalis*“.
- Одржавање: презими у облику псеудотеција у опалом лишћу.



Животни циклус *Venturia inaequalis* (Лоц, 2019)

Телеоморф: *Venturia pirina* Aderh.
Анаморф: *Fusicladium pyrorum*
Проузроковач чађаве краставости крушке
(Pear scab)



Чађаве пеге на листу крушке (лево) и једноћелијске мрке конидије (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на усправним конидиофорама образује једноћелијске конидије (ретко формира двоћелијске конидије).
- Полна репродукција: на опалом лишћу формира округласте псеудотеције које су урођене у биљно ткиво. У псеудотецијама се налазе аскуси сваки са по осам аскоспора. Аскоспоре су двоћелијске, горња ћелија је дужа од доње. По овом својству се аскоспоре разликују од аскоспора *V. inaequalis.*
- Одржавање: презими у опалом лишћу и у оквиру ситних ракрана на ластарима. У опалом лишћу формира псеудотеције.

Телеоморф: *Venturia carpophila*
Анаморф: *Cladosporium carpophilum*
Проузроковач краставости плода бресквe
(Peach scab)

- Талус: септирана, вишећелијска, субкутикуларна, или субепидермална мицелија.

- Бесполна репродукција: на кратким, усправним конидиофорама формирају се једно или двоћелијске, цилиндричне, или на крајевима зашиљене конидије, појединачно, или у низовима.

- Полна репродукција: псеудотеције су улегле у ткиво, аскуси вређасти, или цилиндрични са по осам аскоспора.

- Одржавање: ретко формира полни стадијум, те најчешће презимљава у виду мицелије у зараженим младарима.

Род: *Botrysphaeria*

Телеоморф: *Botryosphaeria dothidea*
Анаморф: *Fusicoccum aesculi*
Проузроковач беле трулежи јабуке
(White rot of apple)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.

- Бесполна репродукција: ствара пикниде у рак-ранама, зараженим плодовима и мртвој кори. Пикниди су округли, а пикноспоре једноћелијске.

- Полна репродукција: псеудотеције се стварају у вишегодишњим рак-ранама на одумрлом дрвету. Псеудотеције су појединачне, разбацане, округле, са остиолом на врху, аскуси су цилидрични, двослојни и њима се формира по осам једноћелијских, округлих аскоспора.

- Одржавање: презими у облику мицелије, пикнида или псеудотецијa у рак-ранама, кори или мумифицираним плодовима.

Телеоморф: *Botryosphaeria obtusa*
Анаморф: *Diplodia seriata*
Проузроковач црне трулежи (рака) јабуке
(Black rot of apple)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.

- Бесполна репродукција: ствара пикниде на кори грана и дебла, ретко унутар пега на листовима. Пикниди су округласти са

остиолом обраслом длачицама. Пикноспоре су једноћелијске, мрке и издужене.

- Полна репродукција: псеудотеције се стварају на стаблу и гранама зараженим дуже од годину дана и често су груписане око пикнида. У њима се стварају двослојни аскуси са по осам једноћелијских, вретенастих аскоспора.
- Одржавање: најчешће презимљава у облику пикнида, а врло ретко у псеудотецијама у рак-ранама, стаблу или мумифицираним плодовима.

Род: *Guignardia*

Телеоморф: *Guignardia bidwellii*
Анаморф: *Phyllosticta ampelicida*
Проузроковач црне трулежи грозда
Black rot of grapes

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: формира пикниде. Пикноспоре су једноћелијске, овално издужене.
- Полна репродукција: на презимелим мумијама формира појединачне псеудотеције у којима се налазе аскуси са по осам једноћелијских, овалних или издужено цилиндричних аскоспора.
- Одржавање: презимљава у виду псеудотеција и пикнида у мумифицираним бобицама.

Телеоморф: *Guignardia aesculi*
Анаморфи: *Phyllosticta sphaeropsoidea* и *Leptodothiorella aesculicola*
Проузроковач антракнозе кестена
(Horse chestnut leaf blotch)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: овај паразит развија два анаморфна стадијума: макроконидијски (пикнидијски) и микроконидијски (спермагонијски). Макроконидијски стадијум, познат као *Phyllosticta sphaeropsoidea* Ellis & Everh. формира пикниде и у

њима једноћелијске, јајолике пикноспоре, димензија. Овај стадијум се формира убрзо након појаве пега на листовима. Микроконидијски стадијум, познат као *Leptodothiorella aesculicola* (Sacc.) Sivan., формира спермагоније и у њима спермације, дугуљасте са сужењем на средини, димензија. Овај стадијум се појављује током августа и септембра.

- Полна репродукција: паразит формира псеудотеције. У аскусима се стварају једноћелијске аскоспоре.
- Одржавање: презимљава у облику псеудотеција у опалом лишћу.

Род: *Didymella*

Телеоморф: *Didymella applanata*
Анаморф: *Phoma argillacea*
Проузроковач кестењасте пегавости изданка малине
(Spur blight of raspberry)

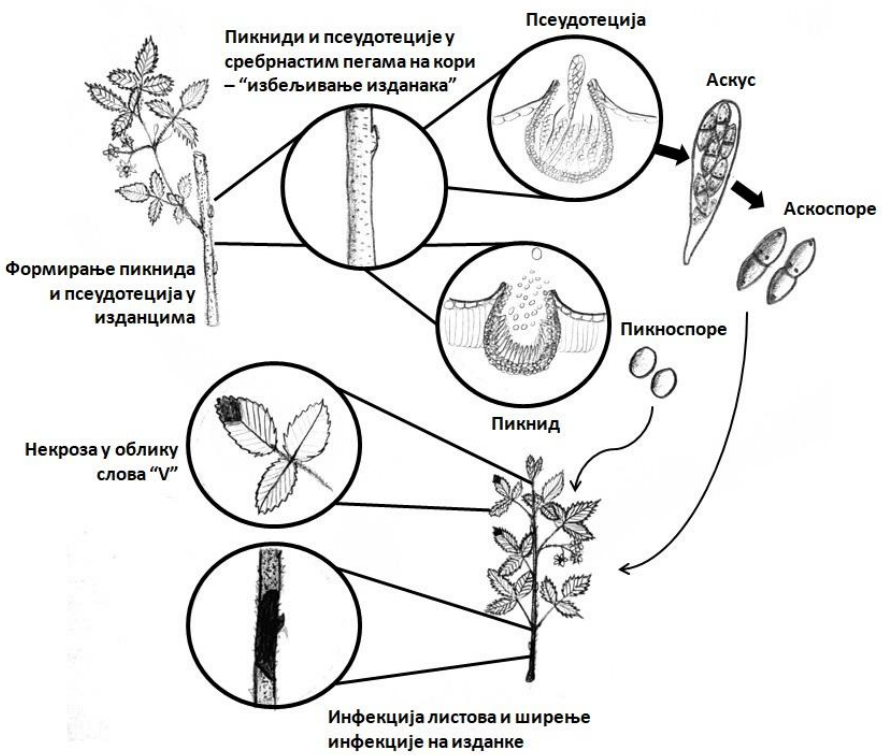


Некроза листа у облику латиничног слова „V“ (лево) пуцање и одвајање коре ластара малине (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: пикниди се формирају површински међу псеудотецијама и тешко се разликују од њих. Пикноспоре су једноћелијске.

- Полна репродукција: формира псеудотеције у групама, или појединачно. У аскусима се формирају двоћелијске аскоспоре, од којих је горња ћелија шира од доње.

- Одржавање: презими у зараженим изданцима у облику мицелије, псеудотеција и пикнида.



Животни циклус *Didymella applanata* (Лоц, 2019)

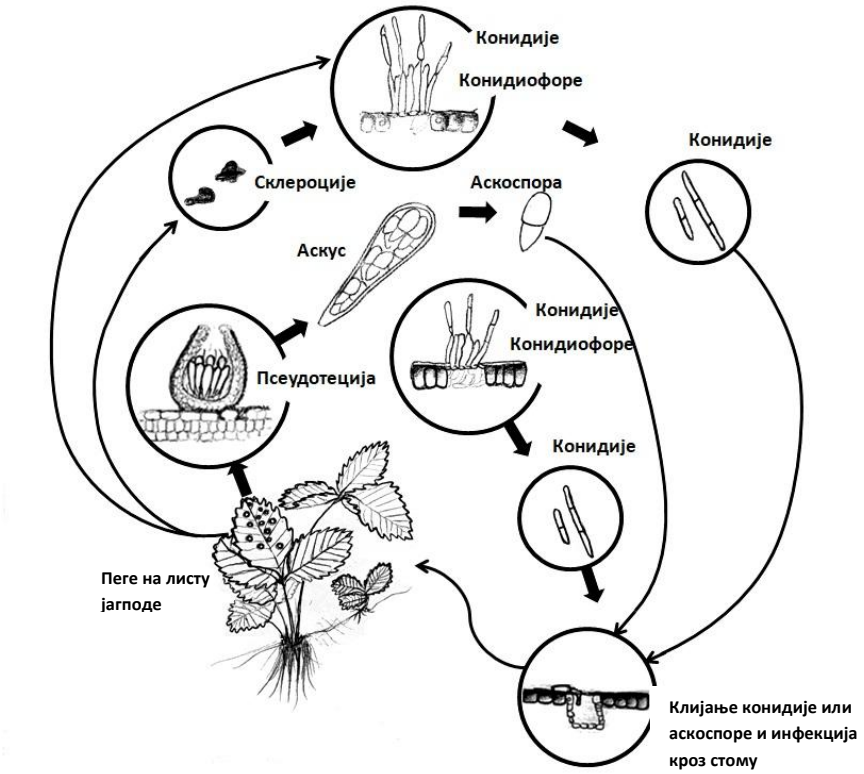
Род: *Mycosphaerella*

Телеоморф: *Mycosphaerella fragariae*
Анаморф: *Ramularia tulasnei*
Проузроковач пегавости листа јагоде
(Leaf spot of strawberry)




Правилне, округле, тамно љубичасте до црвене пеге са светлијим центром на листовима јагоде (лево) и конидије (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: конидије се формирају на неразгранатим конидиофорама, понекад у низовима у низовима, елиптичне су или цилиндричне, вишећелијске.
- Полна репродукција: псеудотеције су црне, овалне и урођене у ткиво. У аскусима се формирају двоћелијске аскоспоре.
- Одржавање: у заштићеном простору и топлијим крајевима презими у облику конидија, у хладнијим регионима презими у облику склероција или псеудотеција на опалом лишћу.



Животни циклус *Mycosphaerella fragariae* (Лоц, 2019)

Телеоморф: *Mycosphaerella pyri*
Анаморф: *Septoria pyricola*
Проузроковач пегавости листа крушке
(Mycosphaerella leaf spot)




Кружне, мрке пеге са сивкастим центром и црним пикнидима у центру пеге (лево) и српасто повијене вишећелијске пикноспоре (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: формира пикниде који су разбацани у оквиру пега и урођени у бињно ткиво. У пикнидима се формирају кончасте, вишећелијске, безбојне пикноспоре.
- Полна репродукција: на опалом лишћу формира у групама псеудотеције са остиолама. У аскусима се формирају двоћелијске кончасте аскоспоре.
- Одржавање: презими псеудотецијама у опалом лишћу.

Род: *Stigmina*

Stigmina carpophila
Син. *Wilsonomyces carpophilus*
Проузроковач шупљикавости листа и краставости плодова коштичавих воћака
(Shot hole of stone fruits)



Мрке пеге на листу вишње које испадају и доводе до појаве шупљикавости листа (лево) и вишећелијске конидије (десно) (фото Петреш)

- Талус: септи
- рана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: конидије су вишећелијске, елиптичне или издужене, сужене на крајевима – фузиформне. Имају 3-5 двослојних попречних септи. Стварају се у спородохијама на листу и гранчицама, ређе на плодовима.
- Одржавање: презими у облику конидија у пупољцима и гранчицама.

Род: *Alternaria*

Alternaria mali
Проузроковач алтернаријске пегавости листа јабуке
(Alternaria blotch of apple)



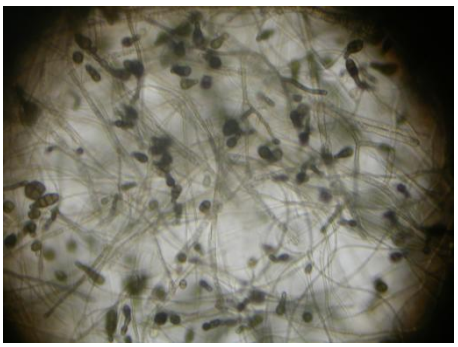
Ситне, смеђе пеге на листу јабуке (фото Петреш)

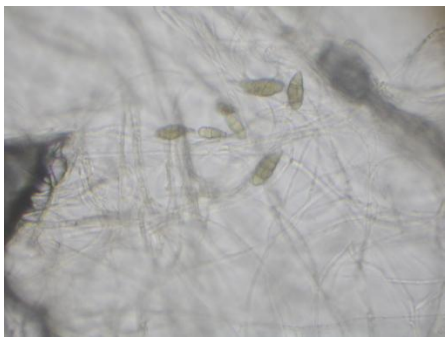
- Талус: септирана, вишећелијска или маслинастомрка мицелија.
- Репродукција: конидије су вишећелијске, тамномаслинасте или тамносмеђе, издужене, обле, овалне или округле. Формирају се у низовима.
- Одржавање: мицелија у опалом лишћу, и у механички повређеним леторастима и пупољцима.

Alternaria alternata
Проузроковач црне пегавости
(Stem canker and blackmold)



Алтернариозна црна трулеж сунђерасте конзистенције, уз видљиву маслинасто зелену мицелију на плоду јабуке (фото Граховац)

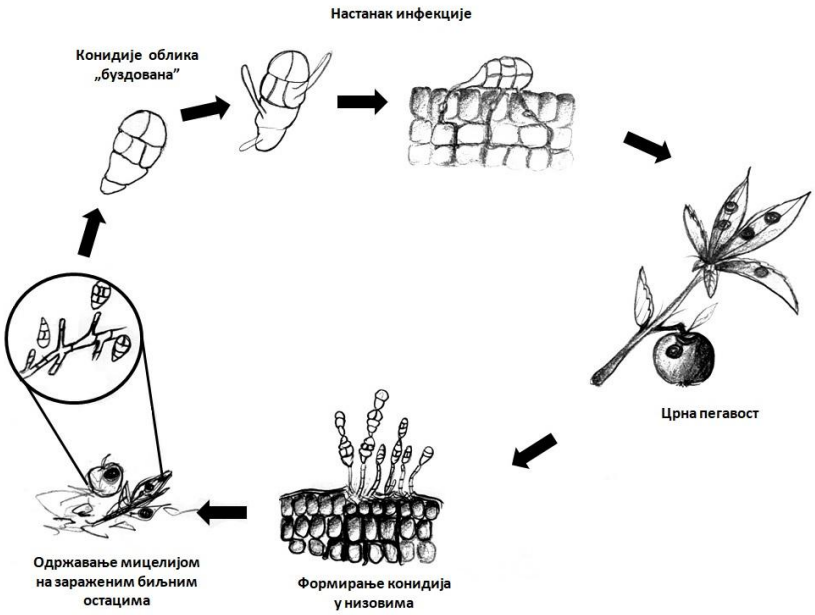




Вишећелијске конидије буздованастог облика(фото Граховац)

- Талус: вишећелијска мицелија.
- Репродукција: конидије су облика „буздована”, или ваљкасто издужене са бројним попречним и неколико уздужних преграда. За разлику од других врста овог рода, немају изражене „дршке”. Конидије се формирају у низовима.

- Одржавање: презимљава мицелијом у зараженим биљним остацима.



Животни циклус *Alternaria alternata* на јабуци (Лоц, 2019)

Alternaria dianthi
Проузроковач алтернаријске пегавости каранфила (Carnation blight)

- Талус: септирана, вишећелијска, тамно смеђа мицелија.
- Репродукција: конидије су вишећелијске, лоптасте, буздованастог облика, тамно смеђе боје, величине 26-123 x 10-20 µm. Имају 5-9 попречних и до 5 уздужних септи.
- Одржавање: презимљава мицелијом у зараженим биљним остацима.

Класа Sordariomycetes

род *Glomerella*

Телеоморф: *Glomerella cingulata, Glomerella acutata*
Анаморф: *Colletotrichum gleosporioides, Colletotrichum acutatum*
Проузроковачи горке трулежи јабуке и антракнозне трулежи плодова боровнице
(Bitter rot of apple; Antracnose fruit rot (Ripe rot) of blueberry)



Горка трулеж плода и ацервуле у оквиру трулежи које ослобађају конидије у виду слузасте масе наранџасте боје (фото Граховац)



Антракноза на плодовима трешње и видљива спорулација патогена (фото Тановић)



Једноћелијске, безбојне конидије *Colletotrichum* sp. (фото Граховац)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија
- Бесполна репродукција: конидије су једноћелијске и формирају се на конидиофорама у ацервулама. Конидије настају у густој, лепљивој маси крем до ружичасто наранџасте боје.
- Полна репродукција: перитеције су тамно мрке до црне боје. У њима се формирају аскуси са једноћелијским аскоспорама. Перитеције се врло ретко формирају у природним условима.
- Одржавање: презими у облику перитеција и ацервула у мумифицираним плодовима или у зараженим изумрлом дрвету и рак-ранама, као и пупољцима боровнице.

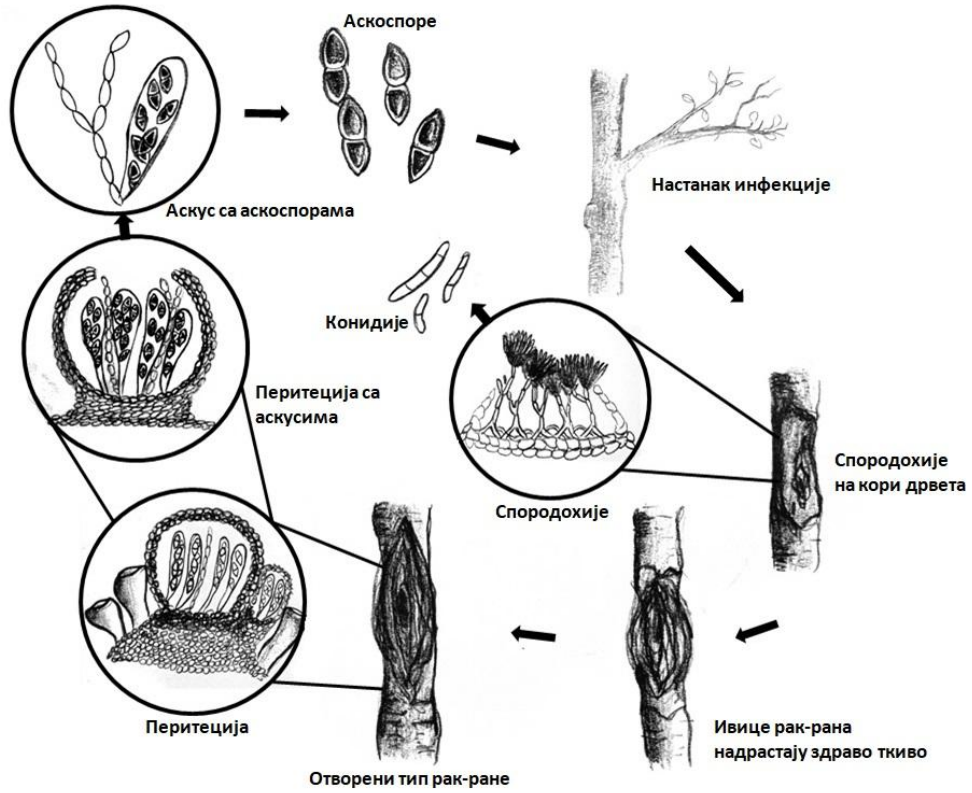
Род: *Neonectria*

Телеоморф: *Neonectria galligena*
Анаморф: *Cylindrocarpon heteronema*
Проузроковач рак-рана јабуке и крушке
(Nectria canker of apple)



Отткривен тип рак-рана (кружно поређано калусно ткиво по ободу ране) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: на периферији рак-рана формирају се беличасте спородохије на којима се формирају две врсте спора: цилидричне, вишећелијске макроконидије и елиптичне, једно или двоћелијске микроконидије.
- Полна репродукција: перитеције се формирају са спородохијама на рак-ранама, незреле перитеције су обојене светло црвено, са сазревањем постају тамноцрвене и формирају се у групама најчешће на старијим рак-ранама. Може да формира строме. Аскуси садрже по осам овалних, елипсоидних, или вретенастих двоћелијских аскоспора.
- Одржавање: презими перитецијама и конидијама у рак-ранама.



Животни циклус *Neonectria galligena* (Лоц, 2019)

Род: *Fusarium*

Анаморф: *Fusarium avenaceum*
Телеоморф: *Gibberella avenacea*
Проузроковач фузариозне трулежи јабуке
(Fusarium rot of apple)



Фузариозна трулеж са видљивом белом мицелијом на плоду јабуке (лево) (фото Граховац) и вишећелијске, фузиформне макроконидије (десно) (фото Петреш)

- Талус: вишећелијска мицелија
- Бесполна репродукција: на монофијалидама ствара издужене, витке, српасте, повијене вишећелијске макроконидије Вршна ћелија је издужена, а базална је у облику стопала. Ретко ствара микроконидије, не ствара хламидоспоре. Спородохије су светло наранџасте боје.
- Полна репродукција: формира перитеције са аскусима и углавном двоћелијским аскоспорама.
- Одржавање: презими у облику мицелије или перитеција у зараженим биљним деловима.

Fusarium oxysporum
Проузроковач фузариозног увенућа биљака
(Fusarium wilt)

- Талус: вишећелијска мицелија.
- Репродукција: макроконидије су повијене, са 3-5 септи (најчешће 3), са кратком апикалном ћелијом и базалном ћелијом у облику „стопала". Формирају се на фијалидама и у спородохијама. Микроконидије су овалне до елиптичне, углавном једноћелијске, или двоћелијске на кратким неразгранатим фијалидама и груписане су у лажне главице. Хламидоспоре су појединачне, или у виду краћих низова.
- Одржавање: у зараженим биљним остацима у земљишту, у виду мицелије и хламидоспора.

Род: *Polystigma*

Телеоморф: *Polystigma rubrum*
Анаморф: *Polystigmina rubra*
Проузроковач црвене пегавости листа шљиве
(Red leaf spot of plum)



Црвено-наранџасте строме на лицу и наличју листа уз видљиву некрозу услед насељавања суперпаразита (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: у стромама се формирају пикниди са дугим, нитастим, повијеним, једноћелијским пикноспорама у облику удице. Пикноспоре цуре из пикнида у виду слузасте

масе, разливају се по строми, суше се и ствара се сјајна скрама, па строма изгледа као да је лакирана. Нејасна је улога пикноспора у животном циклусу. На стромама се јављају два суперпаразита *Gloeosporium polystigmacolum* и *Trichothecium roseum*, те долази до некрозе строме.

- Полна репродукција: формира перитеције у зараженом лишћу крајем лета, а аскуси се формирају у пролеће. У аскусима се формира осам једноћелијских аскоспора.

- Одржавање: презимљава у перитецијама у опалом лишћу.

Род: *Diaporthe*

Телеоморф: *Diaporthe vaccinii*
Анаморф: *Phomopsis vaccinii*
Проузроковач изумирања, рака и сушења изданка боровнице (Phomopsis twig blight and fruit rot (Phomopsis cancer) of blueberry)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.

- Бесполна репродукција: формира пикниде који су урођени у ткиво. У пикнидима формира алфа и бета пикноспоре. Алфа пикноспоре су једноћелијске, елипсоидне и безбојне. Бета пикноспоре су једноћелијске, кончасте и безбојне.

- Полна репродукција: у перитецијама формира дугуљасте аскусе, а њима се формирају двоћелијске аскоспоре.

- Одржавање: презими у облику перитеција.

Род: *Phomopsis*

Phomopsis obscurans
Проузроковач палежи листа јагоде
(Phomopsis (Dendrophoma) leaf blight of strawberry)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.

- Репродукција: формира пикниде у центру пега на лицу листа. Пикноспоре су једноћелијске, сужене на крајевима и имају уаљане капи.

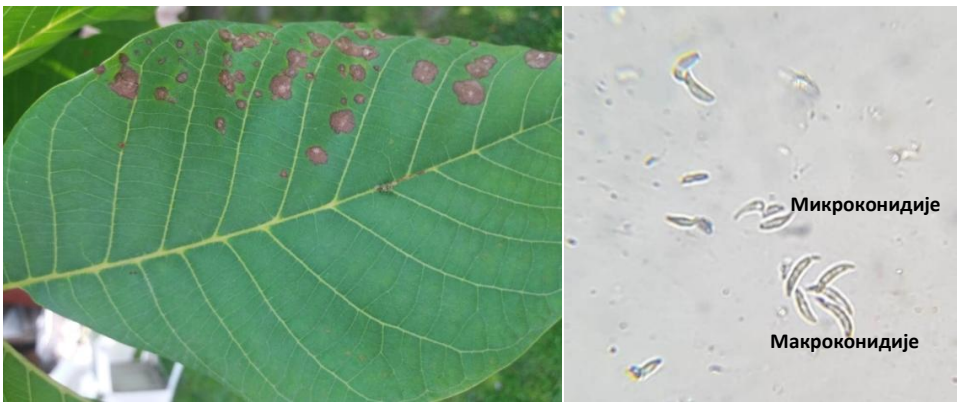
- Одржавање: презими у облику мицелије или пикнида на изумрлим листовима који остају причвршћени за биљку.

Phomopsis viticola
Проузроковач црне пегавости ластара и листа винове лозе
(Grapevine Phomopsis cane and leaf spot)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: формира пикниде који су у почетку дискоидног, а касније лоптастог облика. Пикноспоре се ослобађају из пикнида у виду желатинозне масе жућкасто-крем боје. Формира две врсте конидиофора на којима се развијају различите врсте пикноспора: α и β пикноспоре. α пикноспоре су једно или двоћелијске, елиптичне, на крајевима имају две уљане капи, док су β пикноспоре кончасте, ретко клијају и улога им је неразјашњена.
- Одржавање: презимљава у облику пикнида у зараженом биљном ткиву.

Род: *Ophiognomonia*

Телеоморф: *Ophiognomonia leptostyla*
Анаморф: *Marssoniella juglandis*
Проузроковач антракнозе ораха
(Walnut anthracnose)



Пеге тамномрком загаситом ивицом и сивкастим центром на листу ораха (лево) и микро и макроконидије (десно) (фото Петреш)

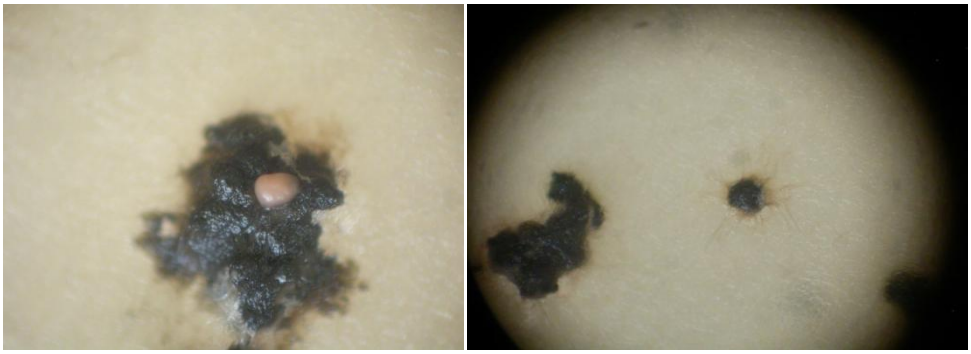
- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: формира микро и макроконидије у ацервулама. Макроконидије су двоћелијске (септа се теже уочава) српасте, сужене на оба краја, док су микроконидије ситније повијене, кифластог облика.
- Полна репродукција: у пролеће се на наличју опалих листова формирају перитеције. У аскусима се формирају елиптичне двоћелијске аскоспоре.
- Одржавање: презими у опалом лишћу, у облику перитеција.

Род: *Apiognomonia*

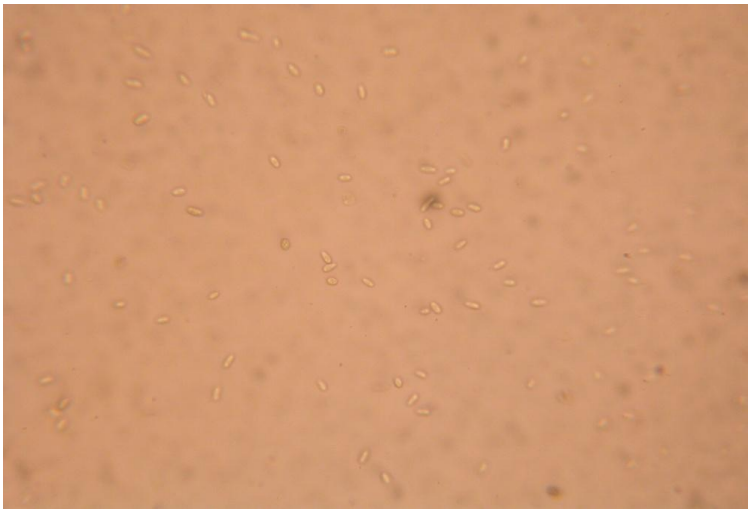
Телеоморф: *Apiognomonia veneta* (Sacc. & Speg)
Anamorf: *Discula platani* (Peck) Sacc.
Проузроковач антракнозе платана
(Sycamore anthracnose)



Некротичне пеге које се шире дуж лисних нерава на листу платана (фото Граховац)



Ацервуле *D. platani* формиране на хранљивој подлози: ослобађање конидија у виду слузасте масе из ацервуле (лево) и ацервула (десно) (фото Граховац)



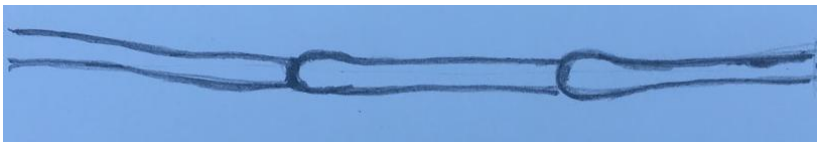
Једноћелијске, елипсасте конидије *D. platani* (фото Граховац)

- Талус: вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: у ацервулама дуж нерава се формирају једноћелијске, елипсасте конидије. Неки аутори наводе да се поред ацервула формирају и пикниди.
- Полна репродукција: у перитецијама се формирају аскуси са по осам елиптичних двоћелијских аскоспора.
- Одржавање: презимљавају перитеције у опалом лишћу и мицелија у кори оболелих грана.

Род: *Rosellinia*

Телеоморф: *Rosellinia necatrix*
Анаморф: *Dematophora necatrix*
Проузроковач беле трулежи корена
(Rosellinia root rot)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија. На септама мицелије се стварају крушкаста проширења, посебно изражена на старијој мицелији.



Крушкаста проширења на септама мицелије

- Бесполна репродукција: конидије су једноћелијске, елипсоидне или овалне. Формира црне микросклероције.
- Полна репродукција: формира перитеције урођене у масу црних хифа. У аскусима се формира по осам једноћелијских аскоспора.
- Одржавање: одржава се мицелијом и микросклероцијама у или зараженом корењу.

Род: *Verticillium*

Verticillium albo-atrum
Verticilium dahliae
Проузроковачи вертицилиозног увенућа
(Verticillium wilt)

- Талус: септирана, вишећелијска, прозирна мицелија која са старењем постаје сиво пепељаста (*Verticillium albo-atrum*) или бела (*Verticilium dahliae*).
- Репродукција: конидије су безбојне или светло обојене, најчешће једноћелијске, формирају се на разгранатим конидиофорама. Корен осетљивих биљака се заражава у додиру

са микросклероцијама, мицелијом или конидијама. *V. albo-atrum* формира микросклероције, док *V. dahlie* не формира.

- Одржавање: земљишни патогени, врло тешко се одржавају мицелијом и конидијама без домаћина. Микросклероцијама је се одржава *V. albo-atrum*, а „трајном“ мицелијом са задебљалим зидовима *V. dahliae*.

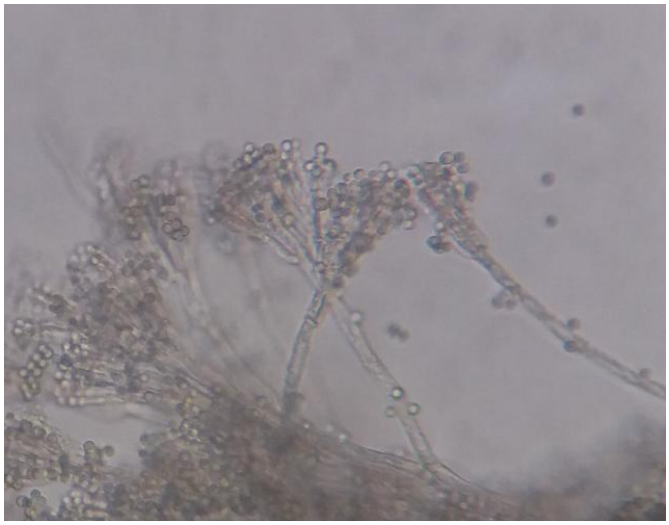
класа Eurotiomycetes

Род: *Penicillium*

Penicillium expansum
Проузроковач плаве трулежи јабуке и крушке
(Blue mould of apple and pear)



Плава трулеж на плоду јабуке – видљива плавичасто-зеленкаста мицелија са конидиофорама и конидијама на површини (фото Граховац)



Разгранате конидиофоре са конидијама (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: једноћелијске, лоптасте конидије се формирају у низовима, на фијалидама, метличастог облика.
- Одржавање: одржава се спорама на амбалажи за чување и трулим и презимелим плодовима.

Penicillium gladioli
Проузроковач пеницилиозне трулежи гладиоле
(Penicillium rot of gladiolus)

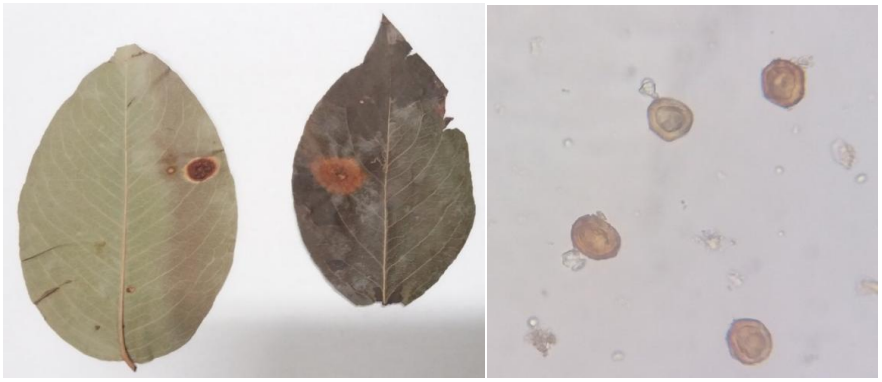
- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: паразит у зараженом ткиву формира склероције. Конидиофоре могу бити веома издужене, до 2 mm. Конидије су једноћелијске, елиптичне и формирају се у дугим низовима, на фијалидама метличастог облика.
- Одржавање: одржава се мицелијом у трулим луковицама.

Раздео Basidiomycota

Подраздео Pucciniomycotina

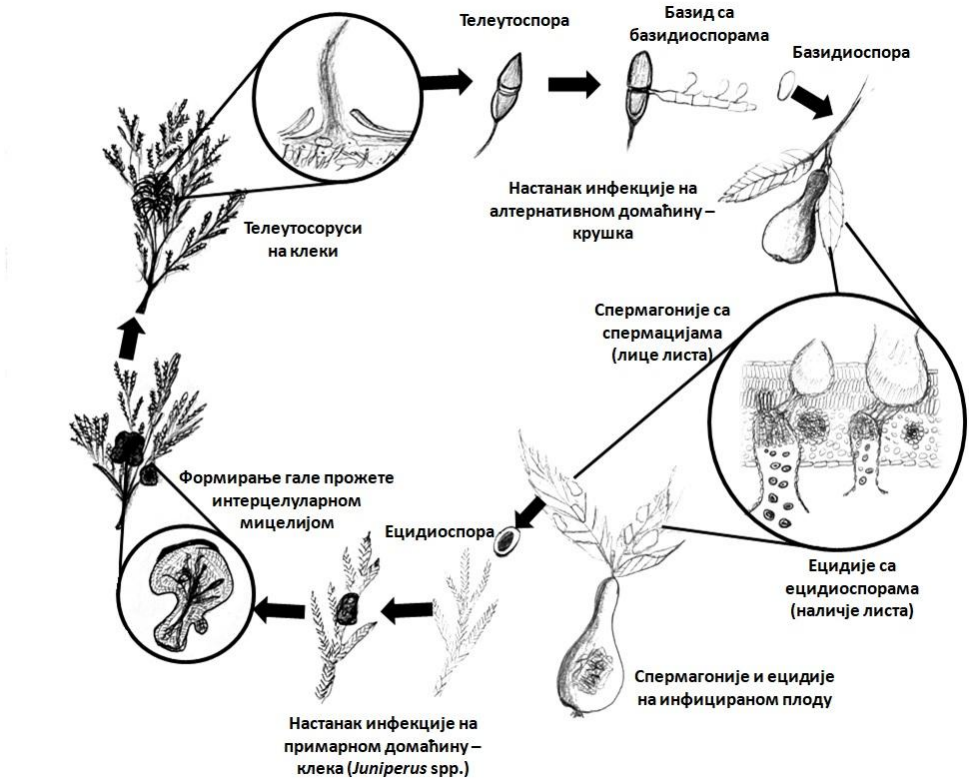
Род: *Gymnosporangium*

Gymnosporangium sabinae
Проузроковач рђе крушке
(European pear rust)



Ецидије на наличју и спермагоније на лицу листа крушке (лево) и једноћелијске ецидиоспоре (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: хетероксена, демициклична врста. На лицу листа крушке формира спермагоније у групама. Ецидије се формирају на наличју, са супротне стране од спермагонија, рђасто мрке боје. Ецидиоспоре су лоптастог облика са рогљастим израштајима. Телеутосоруси се стварају на гранама клеке (*Juniperus* spp.), наранџасте до мрке боје. Телеутоспоре су елиптичне, двоћелијске, улегнуте на септи. Клијањем телеутоспора настаје базид са базидиоспорама које заражавају крушку. Уредостадијум није описан код ове врсте.
- Одржавање: одржава се мицелијом у галама на гранама клеке.



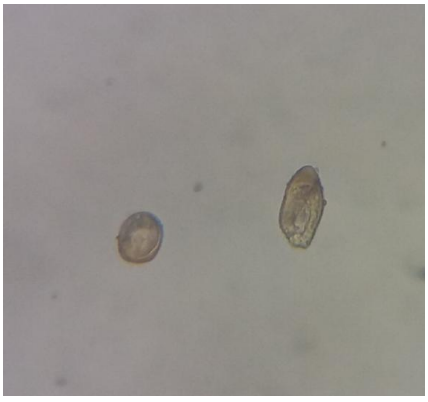
Животни циклус *Gymnosporangium sabinae* (Лоц, 2019)

Род: *Puccinia*

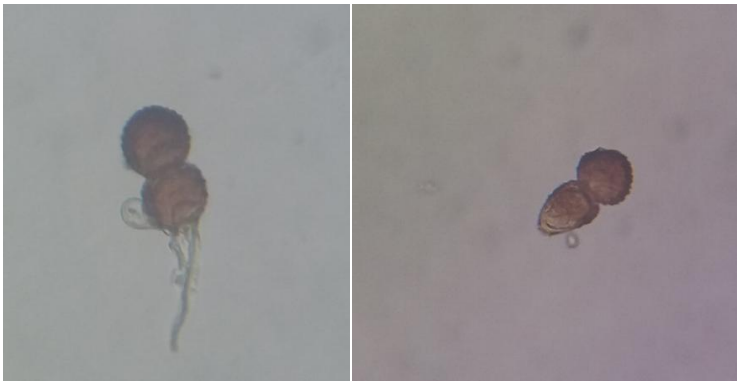
Puccinia pruni-spinosae
Проузроковач рђе шљиве
(Plum rust)



Црни телеутосоруси и рђасти уредосоруси на наличју и полигоналне жуте и некротичне пеге на лицу листа (фото Петреш)



Једноћелијске уредоспоре: лоптастог облика - var. *typica* (лево) и крушкастог облика - var. *discolor* (десно) (фото Петреш)



Двоћелијске телеутоспоре var. *typica* (лево) и var.*discolor* (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: хетероксена, макроциклична врста. На врстама из рода *Anemone* формира спермагоније и ецидије, а на врстама из рода *Prunus* формира уредосорусе и телеутосорусе. Постоје два варијетета: *P. pruni-spinosae* var. *typica* и *P. pruni-spinosae* var. *discolor*. Код *P. pruni-spinosae* var. *typica* уредоспоре су лоптасте, имају бодље на површини. Код *P. pruni-spinosae* var. *discolor* уредоспоре су овалне или крушколике са задебљалом опном на вршном делу. Задебљали део је гладак, а остатак површине је прекривен бодљама. Телеутоспоре *P. pruni-spinosae* var. *typica* су двоћелијске боје кафе. Истог су облика, имају брадавичасте израштаје и лако се одвајају једна од друге. Код *P. pruni-spinosae* var. *discolor* телеутоспоре су такође двоћелијске, где је горња већа са брадавичастим израштајима, а доња мања, светлије обојена, глатка и тежео се одваја од горње ћелије.
- Одржавање: одржава се телеутоспорама на опалом лишћу шљиве.

Puccinia pelargoni-zonalis
Проузроковач рђе мушкатле
(Geranium rust)



Једноћелијске уредоспоре (фото Петреш)

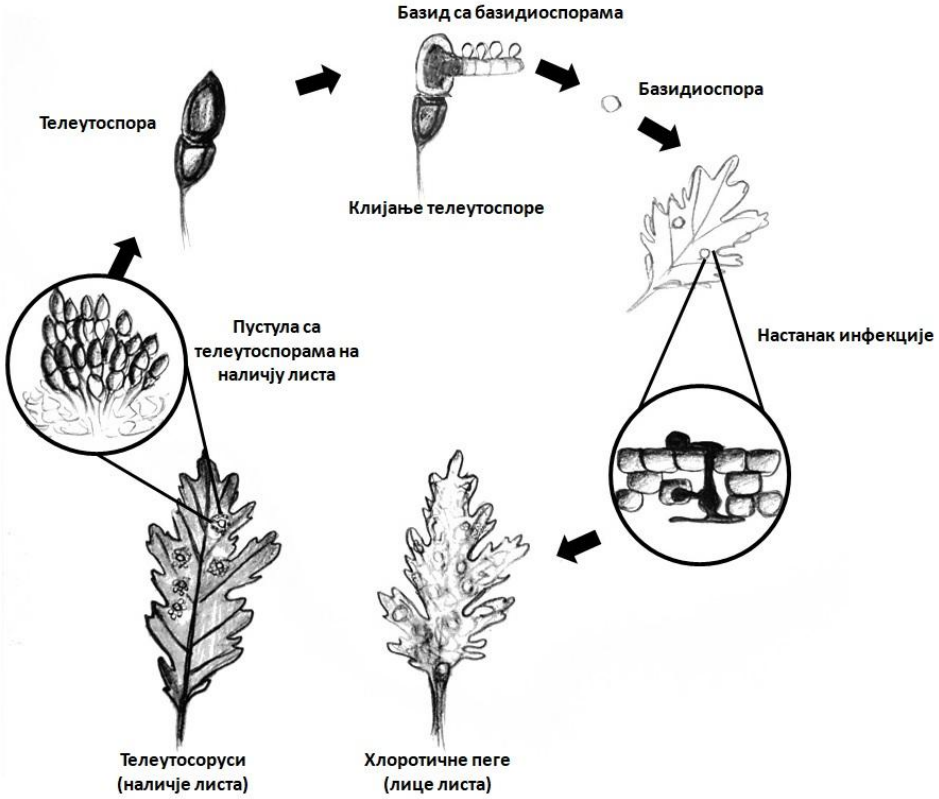
- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: моноксена, микроциклична. Телеутоспоре су двоћелијске, ретко се образују. Спермације и ецидиоспоре нису познате. Само уредоспоре су способне да клијају.
- Одржавање: мицелија у зараженим биљним деловима, ретко телеутоспоре.

Puccinia horiana
Проузроковач рђе хризантеме
(White rust of chrysanthemum)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: моноксена, микроциклична. На наличју листа формира телеутосорусе беличасте боје, у којима се формирају бело ружичасте, двоћелијке телеутоспоре. Телеутоспоре клијају

у базиде на којима се формирају једноћелијске, елипсоидне базидиоспоре, које врше инфекцију.

- Одржавање: презимљавају телеутоспоре на зараженим биљкама.



Животни циклус *Puccinia horiana* (Лоц, 2019)

Род: *Uromyces*

Uromyces dianthi
Проузроковач рђе каранфила
(Carnation rust)



Телеутосоруси и уредосоруси на листу каранфила (фото Петреш)



Телеутоспоре, једноћелијске са дршком (лево) и уредоспоре (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: хетероксена и макроциклична гљива. Спермагоније и ецидије формира на прелазним домаћинима *Euphorbia nicaeensis* и *Euphorbia seguieriana*, и то спермације са

лица, а ецидије са наличја листа. Уредопустуле формира на лицу и наличју листа, али и на стаблу каранфила. Уредоспоре су овалне, светломрке и једноћелијске, док су телеутоспоре једноћелијске, тамномрке, овалне са дршком.

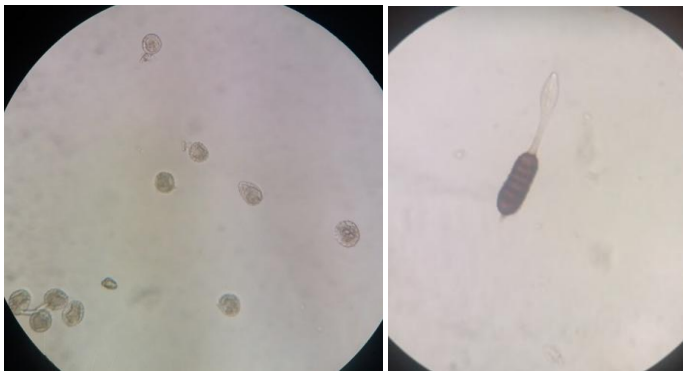
- Одржавање: одржава се телеутоспорама на зараженим листовима каранфила.

Род: *Phragmidium*

Phargmidium rubi-ideae
Проузроковач жуте рђе малине
(Raspberry yellow rust)



Уредо и телеутосоруси на наличју листа малине (фото Петреш)



Једноћелијске уредоспоре (лево) и вишећелијска телеутоспора са зашиљеним врхом и са дршком (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: моноксена и макроциклична гљива. У пролеће телеутоспоре (могу имати и до 10 ћелија) клијају дајући базид са четири базидиоспоре, а затим се формирају спремагоније и ецидије. Ецидије се јављају у мају и јуну, те ецидиоспоре врше примарну заразу. Затим се јавља уредостадијум, уредоспоре (једноћелијске, лоптасте) шире секундарне заразе, а у јулу и августу почињу да се стварају телеутосоруси са телеутоспорама.
- Одржавање: одржава се телеутоспорама у рак-ранама на изданцима.

Phargmidium violaceum
Проузроковач рђе купине
(Blackberry rust)



Ситне полигоналне жуте пеге са лица листа (лево) и уредосоруси са наличја листа (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: моноксена и макроциклична гљива. Телеутоспоре имају 1-5 ћелија, мрке су боје са дршком. Клијају у базид са базидиоспорама које врше примарне инфекције. Спермагоније се формирају у групама у центру пега са лица, а ецидије са наличја листа. Ецидиоспоре врше заразе, а затим се јављају уредосоруси саједнoћелијским уредоспорама, које врше секундарне заразе.

- Одржавање: одржава се телеутоспорама на старим листовима, а верује се да може да презими и мицелијом у стаблу. Таква мицелија на пролеће ствара уредоспоре.

Phargmidium mucronatum
Проузроковач рђе руже
(Rose rust)



Црни телеутосоруси и наранџасти уредосоруси на наличју листа (лево) и полигоналне жуто-наранџасте пеге са лица листа руже (десно) (фото Граховац)



Једноћелијске уредоспоре (лево) и вишећелијске телеутоспоре са дршком (десно) (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: моноксена и макроциклична. Телеутоспоре клијају у базид са базидиоспорама које врше примарне заразе. У пролеће се прво појављују спермагоније, које се формирају на лицу листа и на гранама, убрзо затим жуто наранџасте ецидије се формирају са наличја листа, али и на гранама. Ецидиоспоре су једноћелијске, лоптасте или неправилно елиптичне. Касније током вегетације (током лета) са наличја се јављају уредосоруси са уредоспорама. Уредоспоре су лоптасте, једноћелијске. Уредостадијум је цикличан и понавља се на сваких 10 – 14 дана. Крајем лета и почетком јесени уредопустуле замењују телеутопустуле у којима се стварају телеутоспоре. Телеутоспоре су вишећелијске са 5-8 преграда.
- Одржавање: одржава се телеутоспорама на опалом лишћу.

Род: *Kuehneola*

Kuehneola uredinis
Проузроковач рђе изданка и листа купине
(Cane and leaf rust of blackberry)



Уредосоруси на стаблу купине (фото Петреш)



Једноћелијске уредоспоре (фото Петреш)

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: моноксена и макроциклична гљива. У пролеће презимела мицелија даје уредосорусе са уредоспорама који шире заразу. При крају јесени настају телеутоспоре које у истој вегетацији могу дати базид са базидиоспорама, после чега настају спермагоније и ецидије. Спермагоније се формирају на стаблу и лицу листа у групама дуж нерава, а ецидије са наличја листа и такође на стаблу. Уредоспоре шире секундарне заразе.
- Одржавање: мицелијом и телеутоспорама у зараженим изданцима.

Подраздео Agaricomycotina

Род: *Armillaria*

***Armillaria* spp.**
Проузроковач трулежи корена дрвенастих биљака
(Armillaria root rot)

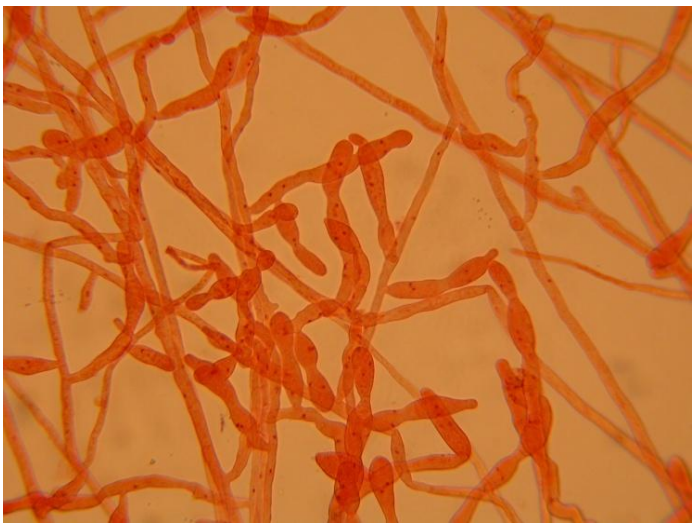
Раније се сматрало да трулеж корена дрвенастих биљака проузрокује *A. mellea* (Vahl:Fr.) P. Kumm., али је истраживањима утврђено да постоји 11 врста унутар овог рода.

- Талус: септирана, вишећелијска мицелија.
- Репродукција: патоген се шири додиром здравог и зараженог корена, може се ширити и ризоморфима (ланац састављен од хифа који има спољни омотач, расте врхом). Карпофоре формира у групама, у центру су тамније боје. Базидиоспоре се формирају на белим или прљавобелим листићима карпофоре, округласте су или елиптичне. Може да се шири и базидиоспорама.
- Одржавање: одржава се мицелијом у стаблу и корену заражених биљака, као и ризоморфама. Ризоморфе могу у остацима корена да се одрже и по неколико година.

Род: *Rhizoctonia*

Анаморф: *Rhizoctonia solani*
Телеоморф: *Thanatephorus cucumeris*
Проузроковач трулежи биљака
(Rhizoctonia diseases)

- Талус: вишећелијска мицелија.
- Бесполна репродукција: не ствара бесполне споре. Одржава се и шири вегетативним структурама – мицелија и склероције.
- Полна репродукција: из склероција се повремено развијају цилиндрични, или буретасти базиди са безбојним, овалним базидиоспорама.
- Одржавање: презимљавају у зараженим биљним остацима, земљишту или семену у облику мицелије и склероција.



Двоједарна мицелија *Rhizoctonia* sp.

Списак стручних израза

Ацервула – стркутура патогена у којој су смештене бесполне споре гљива – конидије.

Акропетално – формирање спора гљива од основе конидиофора ка врху.

Антеридија – мушка полна структура код неких гљива.

Антрактноза – део зараженог биљног ткива које је улегло – улегла некроза.

Апендицес – израштај на плодоносном телу типа хазмотецијa.

Апотецијa – плодоносно тело пехарастог облика.

Апресорија – израштај на хифи који служи за причвршћивање гљиве за биљно ткиво.

Аскокарп – плодоносно тело гљива.

Аскоспора – хаплоидна полна спора.

Аскус – кесичаста структура у којој је смештена аскоспора.

Базипетално – формирање спора гљива од врха конидиофоре ка основи.

Базид – структура која настаје клијањем трајних спора - телеутоспора.

Базидиоспора – спора која се формира на базиду.

Бластоспора – бесполна спора која настаје пупљењем.

Дефолијација – превремено опадање лишћа.

Дијагноза – препознавање болести на основу испољених симптома или идентификације проузроковача.

Дикарион – хифа или спора са два полно различита једра у ћелији.

Диплоидан – нормалан број хромозома (у ћелији мицелије или споре).

Ецидије – структуре у којима се формирају ецидиоспоре.

Ецидиоспоре – споре које се формирају у ецидијама.

Ендофитни – развој патогена у унутрашњости биљке.

Епидемиологија – део фитопатологије који изучава закономерности у развоју биљнихболести.

Епифитни – развој патогена на површини биљке.

Факултативни патоген – патоген који развој отпочиње на живој биљци, а завршава на мртвој органској материји.

Флагела – органиле у виду бича која омогућава покретљивост спора (зооспора).

Гаметангија – део хифе у којој се развијају гамете.

Гамете – хаплоидне полно диференциране ћелије.

Хаусторија – сисаљка које гљиве образују у биљним ћелијама ради узимања хране.

Хаплоидан – двоструко мањи број хромозома (у ћелији мицелије или споре).

Хетероксени – патогени који који за развиће потпуног циклуса захтевају прелазну биљку домаћина.

Хетерогамија – формирање зигота од морфолошки различитих мушких и женских гамета.

Хифа – основна вегетативна структура гљива.

Хијалински – безбојан.

Хлороза – губљење нормалне, зелене боје листова - лишће постаје жуто.

Инкубација – период од инфекције до испољавања симптома обољења.

Инокулација – наношење проузроковача болести на биљку.

Инокулум – заразни материјал.

Интерцелуларан – патоген који се развија у међућелијском простору.

Интрацелуларан – патоген који се развија у унутрашњости биљних ћелија.

Изогамија – копулација морфолошки идентичних гамета.

Калус – ново ткиво које настаје развојем живих ћелија на оштећеном месту.

Карантин – контрола здравственог стања биљног материјала при увозу или извозу.

Кариогамија – спајање два једра.

Клеистотецијa – тип плодоносног тела.

Конидија – бесполна спора.

Конидиофора – носач конидије.

Макроконидија – крупнија бесполна спора.

Мицелија – сплет хифа гљива.

Микозе – болести биљака које проузрокују фитопатогене гљиве.

Микроконидија – ситна, бесполна спора.

Моноксени – патоген који читав животни циклус остварује на једном домаћину.

Мумија – строматична творевина – плод густво прожет мицелијом патогена.

Облигатни паразит (биотроф) – може се развијати само у живим ћелијама биљака.

Оидија – бесполна спора која настаје распадањем септиране мицелије.

Оогамија – оплодња женске полне ћелије мушком.

Остиола – отвор на перитецији кроз који се ослобађају аскуси.

Парафизе – стерилне ћелије у плодоносним телима.

Паразит – организам који живи на рачун биљке не наносећи нужно штету биљци.

*Патоге*н – организам који живи на рачун биљке и наноси штету биљци – проузрокује болест.

Патогенеза – настанак и развој болести.

Патогеност – способност организма да проузрокује болест.

Пенетрација – продор у ткиво.

Перитеција – плодоносно тело флашастог изгледа.

Пикнид – структура патогена у којој су смештене бесполне споре – пикноспоре.

Плазмод – вишеједарно, вегетативно тело амебоидног изгледа.

Ризоморфе – снопови хифа који се развијају на или у корену биљке.

Сапрофит – организам који се храни мртвом органском материјом.

Склероција – трајна структура гљива која настаје сплетом хифа у чврсто телашце.

Сорус – скупина спора на једном месту.

Спермације – једноћелијске микроконидије које се формирају у спермагонијама.

Спора – једно или вишећелијска структура која служи за размножавање гљива.

Спородохија – структура сачињена од груписаних конидија на разгранатим конидиофорама.

Спорулација – образовање репродуктивних структура гљива или псеудогљива на или у биљном ткиву.

Стеригме – израштаји на конидиофорама или спорангиофорама неких гљива и псеудогљива на којим се формирају конидије или спорангије.

Стоме – природни отвори на биљкама.

Строма – густ сплет хифа или густ сплет хифа и ткива биљке.

Суперпаразит – микроорганизам који се развија на паразиту.

Талус – вегетативна структура – тело гљиве или псеудогљиве.

Терминално – на врху.

Телеутоспора – тип трајне споре.

Уредоспоре – летње споре проузроковача рђе.

Зигот – диплоидна ћелија која настаје копулацијом две хаплидне гамете.

Литература

Agrios, G.N. (2005): Plant pathology. Elsevier Academic Press, Massachusetts, USA.

Amingad, V., Lakshmipathy, M. (2014): Ornamental plants and their role in human psychology. 2nd International Conference on Agricultural and Horticultural Sciences, 3 – 5 February 2014, Hyderabad, India, 144.

Blackwell, M. (2011): The Fungi: 1, 2, 3…5.1 million species?American Journal of Botany 98:426-438.

Blackwell, M., Hibbett, D.S., Taylor, J.W., Spatafora, J.W. (2006): Research Coordination Networks: a phylogeny for kingdom Fungi (Deep Hypha). Mycologia 98:829-837.

Carris, L. M., C. R. Little, and C. M. Stiles (2012): Introduction to Fungi. The Plant Health Instructor. DOI:10.1094/PHI-I-2012-0426-01.

Fry, William E. and Niklaus J. Grünwald (2010): Introduction to Oomycetes. *The Plant Health Instructor*. DOI:10.1094/PHI-I-2010-1207-01

Hanke, M., Flachowsky, H. (2010): Fruit Crops. In: Genetic Modification of Plants: Agriculture, Horticulture and Forestry, 307-348. 10.1007/978-3-642-02391-0

Hawksworth, D.L. (2001): The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Mycological Research 105:1422-1432.

Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W., Stalpers, J.A. eds. (2008): Dictionary of the Fungi. 10thEdition. CAB International, Wallingford, UK.

Knogge, W. (1996): Fungal infection of plants.The Plant Cell 8:1711-1722.

Shüβler, A., Schwarzott, D., Walker., C. (2001): A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research 105:1413-1421.

Suh, S.-O., Blackwell, M., Kurtzman, C.P., Lachance, M.-A. (2006): Phylogenetics of Saccharomycetales, the acomycete yeasts. Mycologia 98:1006-1017.

White, M.M., James, T.Y., O'Donnell, K., Cafaro, M.J., Tanabe, Y., Sugiyama, J. (2006): Phylogeny of the Zygomycota based on nuclear ribosomal sequence data. Mycologia 98:872-884.

Zhang, N., Castlebury, L.A., Miller, A.N., Huhndorf, S.M., Schoch, C., Seifert, K.A., Rossman, A.Y., Rogers, J.D., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Sung, G.-H. (2006): An overview of the systematics of the Sordariomycetes based on a four-gene phylogeny. Mycologia 98:1076-1087.

Балаж, Ф., Балаж, Ј., Тошић, М., Стојшин, В., Баги, Ф. (2010): Фитопатологија – болести ратарских и повртарских биљака. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.

Вицо, И. (2018): Фитопатологија.Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

Ивановић Милан, Ивановић Мирко (2017): Болести виђака и винове лозе. Универзитет у Београду, Пољоприврени факултет.

Марић, А. (1991): Општа фитопатологија. Доментијан, Нови Сад.

Стојшин, В., Баги, Ф., Балаж, Ф. (2008): Практикум из фитопатологије- Микозе и псеудомикозе ратарских и повртарских биљака. Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду.