

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Augsnes un augu zinātņu institūts

VISPĀRĒJĀ AUGU PATOLOĢIJA: LABORATORIJAS DARBI



Biruta Bankina, Gunita Bimšteine, Jānis Kaņeps

Jelgava
2021

Bankina B., Bimšteine G., Kaņeps J. (2021). **Vispārējā augu patoloģija: laboratorijas darbi.** Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte. – 36 lpp.

Šis ilustrētais izdevums nodrošina studentus ar pašreiz aktuālo informāciju par organismiem no *Fungi*, *Chromista* un *Protozoa* valstīm – nozīmīgām augu slimību ierosinātāju grupām. Tajā ietverts sēņu uzbūves un vairošanās raksturojums, kā arī sistematikas pamatprincipi. Izdevumā raksturotas svarīgākās augiem patogēno sēņu rindas, kā arī minēti piemēri par nozīmīgiem slimību ierosinātājiem un dots atsevišķu slimību apraksts.

Valodas redaktore: **Inga Skuja**

Recenzenti:

Vizma Nikolajeva, Dr. biol., LU asociētā profesore
Diāna Meiere, Mg. biol., Latvijas Nacionālais dabas muzejs

ISBN 978-9984-48-380-1

DOI: 10.22616/llu9789984483801

Izdevumā apkopota informācija no autentiskiem un akceptētiem avotiem. Zīmējumu autore: Gunita Bimšteine.

SATURS

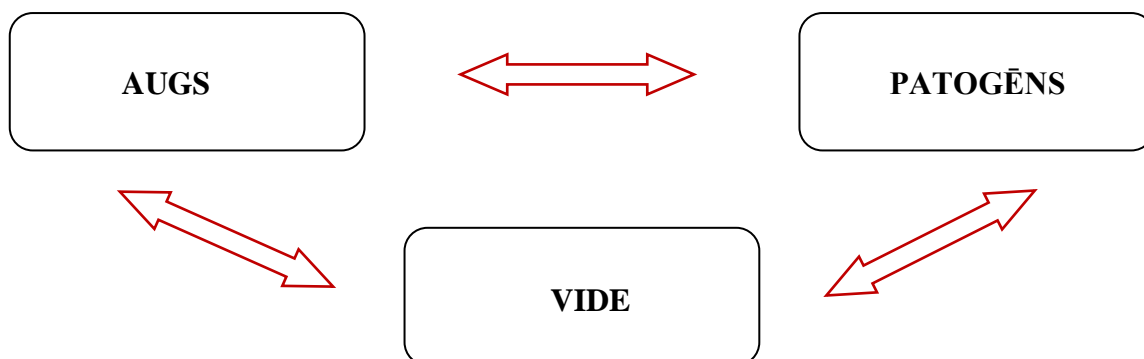
1. JĒDZIENS PAR AUGU SLIMĪBĀM UN TO SIMPTOMIEM.....	4
2. SĒŅU UZBŪVE UN VAIROŠANĀS	7
3. SĒŅU UN CITU MIKROORGANISMU (AUGU SLIMĪBU IEROSINĀTĀJU) SISTEMĀTIKAS GALVENIE PRINCIPI	11
4. <i>ASCOMYCOTA</i>	14
4.1. NOZĪMĪGAS RINDAS NO <i>ASCOMYCOTA</i> NODALĪJUMA.....	16
4.2. <i>ERYSIPHALES</i> RINDA	17
5. <i>ASCOMYCOTA</i> UN <i>BASIDIOMYCOTA</i> SĒŅU BEZDZIMUMVAIROŠANĀS ĪPATNĪBAS	19
6. <i>BASIDIOMYCOTA</i>	22
6.1. <i>USTILAGINALES</i> RINDA	23
6.2. <i>PUCCINIALES</i> RINDA	24
6.3. <i>AGARICOMYCOTINA</i>	26
7. <i>MUCOROMYCOTA</i> un <i>CHYTRIDIOMYCOTA</i>	29
8. <i>CHROMISTA</i>	30
8.1. <i>PERONOSPORALES</i> RINDA	31
9. <i>PROTOZOA</i>	33
10. PRAKTISKĀ IESKAITE.....	34
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	35

1. JĒDZIENS PAR AUGU SLIMĪBĀM UN TO SIMPTOMIEM

Augu slimība ir novirze no normālas augu augšanas un attīstības. To var izraisīt dzīvi organismi (sēnes, vīrusi u.c.), kā arī nedzīvās dabas faktori, piemēram, ūdens trūkums vai tā pārbagātība.



Augu parazitārā slimība ir **process**, kas notiek starp ieņēmīgu **augu** un augu inficēt spējīgu organismu (**patogēnu**) slimības attīstībai labvēlīgā **vidē**.



Augu patogēns ir dzīvs organisms, un tam ir binomināls nosaukums latīņu valodā, ko raksta slīprakstā, piemēram, *Heterobasidion annosum*.

Izņēmums ir vīrusi, kuru nosaukumi ir abreviatūras (saīsinājumi) no angļu valodas, un abreviatūras neraksta slīprakstā, piemēram, BYDV (*Barley yellow dwarf virus*).

Latviešu valodā lielākajai daļai augu patogēnu nav nosaukuma, izņemot dažas organismu grupas (piepes, nematodes u.c.), kurām ir zināmi latviskie nosaukumi, piemēram, sakņu piepe, kartupeļu cistu nematode u.c.

Augu slimības nosaukums ir latviešu (vai jebkurā citā) valodā. Dažreiz ierosinātāja latīniskais nosaukums ir daļa no slimības nosaukuma, taču tad to neslīpina, piemēram – vārpu fuzarioze.

Piemēri

- ✓ Sakņu trupi ierosina sakņu piepe.
- ✓ Kartupeļu lakstu puvi ierosina *Phytophthora infestans*.
- ✓ Vārpu fuzariozi ierosina sēnes no *Fusarium* ģints.
- ✓ Kviešu lapu dzeltenplankumainība (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) ir viena no postīgākajām kviešu slimībām.

Augu slimību simptomi



Simptomi ir vizuāli redzamas vai citādi konstatējamās novirzes – slimību pazīmes.

Augu slimību simptomi – pazīmes, kas redzamas uz inficētajiem augiem. Dažreiz simptomi ir labi saskatāmi, bet parasti vajadzīga lupa vai pat mikroskops. Dažreiz uz bojātajām augu daļām var novērot arī patogēna daļas, piemēram, apsarmi vai augļķermeņus, tādēļ angļu valodā lieto divus jēdzienus: *symptoms* (slimību pazīmes) un *signs* (patogēna daļas).

Augu slimību simptomi var būt novērojami uz dažādām auga daļām; tie var būt sistēmiski vai lokāli. Sistēmiski simptomi nozīmē, ka patogēns ir inficējis visu augu (patogēns parasti pārvietojas pa vadaudiem un izplatās reizē ar auga augšanu). Lokāli simptomi nozīmē, ka ir bojātas tikai atsevišķas vietas un patogēns no inficēšanās vietas pamazām izplatās pa auga šūnām, taču izplatība ir lokāla.

Kopumā simptomu veidu ir daudz mazāk nekā slimību. Daudzos gadījumos pēc simptomiem vien slimību nevar identificēt, tāpēc nepieciešams atrast patogēnu (biežāk tieši tā vairošanās orgānus), lai precīzi identificētu slimību. Dažām slimībām simptomi ir tipiski (specifiski), un tās diezgan droši var atpazīt tikai pēc ārējām pazīmēm. Tomēr biežāk simptomi ir nespecifiski, kad daudzu slimību rezultātā novērojamas līdzīgas pazīmes.

Viens no biežāk sastopamajiem simptomiem ir dažādi lapu un citu augu orgānu **plankumi**. Tie var rasties patogēna darbības rezultātā, kad audi atmirst vai maina krāsu. Plankumi var būt dažādas formas (izstiepti, ovāli vai neregulāri), dažāda lieluma un dziļuma, dažādas krāsas; tiem var būt apmale, un tā var arī nebūt. Bieži apkārt plankumiem veidojas dzeltens oreols – audi atkrāsojas, jo noārdās hlorofils.

Uz plankumiem var būt redzami (bez palīglīdzekļiem vai ar lupu vai mikroskopu) sēņu vairošanās orgāni.

Plankumi var būt pārklāti ar eksudātu (šķidrums, kas sastāv no auga šūnsulas un dažādām organiskajām vielām kopā ar baktērijām vai sēņu sporām).

Vīrusslimību rezultātā plankumi parasti izvietoti noteiktā rakstā – mozaīkas veidā vai svītru veidā.

Pie plankumiem pieder arī nekrozes un iedegas. Par iedegām sauc tādus plankumus, kas ir padziļināti (ja tie skar augu sulīgās daļas) vai arī plaši, saplūstoši. Nekroze nozīmē, ka atsevišķi augu orgāni (lapas, miza, dzinumi u.c.) vai to daļas ir atmiruši.

Apsarme var būt tumša vai gaiša; dažreiz tā ir labi saskatāma, bet dažreiz tikai zem lupas vai pat tikai mikroskopā. Apsarmi veido sēnes vairošanās orgāni (parasti konīdijnesēji – speciāli micēlija atzarojumi, uz kuriem veidojas bezdzimumsporas) un/vai sēnes micēlijs. Biežāk apsarme atrodama uz plankumiem vai arī uz robežjoslas starp veselajiem un nekrotizētajiem (atmirušajiem) audiem.

Pustulas (spilventiņi) – sporu sakopojumi, kas sākumā attīstās zem epidermas, bet vēlāk, tai pārplīstot, iznāk virspusē. Dažkārt apkārt sporu spilventiņam var redzēt saplūstās epidermas atliekas. Pustulas ir tipiskas rūsas pazīmes. Dažreiz par pustulām sauc arī micēlija sakopojumus.

Ecīdijsporu kausiņi, radziņi u.c., dažādās krāsās. Rūsas ierosinātāju sēņu attīstības ciklā bieži sastopamas ecīdijas – sīkas sporas, kas vienmēr ir sakopotas vai nu kausiņos, vai radziņos, vai kādos citos veidojumos.

Melnplauka – sporu sakopojumi. Cietās melnplaukas gadījumā grauda vietā veidojas sorusi – melnplaukas sporas, kas pārklātas ar apvalciņu. Putošās melnplaukas gadījumā vārpa vispār nav saskatāma, jo apkārt vārpas asij veidojas melnplaukas sporas, kas sākotnēji ir pārklātas ar apvalku.

Sklerociji – cieši micēlija sakopojumi. Atkarībā no patogēna tie var būt dažāda lieluma un dažādas krāsas, bet parasti to ārpuse ir tumša un iekšpuse – gaiša. Tipisks sklerocijs ir rudzu melnais grauds.

Atpalikšana augumā – augi ir mazāki, tievāki, vairāk vai mazāk sacerojuši.

Vēzis vai **augoņi** – dažādu bioķīmisku procesu rezultātā izveidojušies izaugumi vai arī audu saaugumi apkārt rētai.

Deformācijas – deformējušās atsevišķas augu daļas (parasti raksturīgas vīrus slimībām vai neparazitārām slimībām). Par deformācijām uzskata arī pārāk sīkus augus.

Puves un trupes – audu sairšana.

Vītes – auga vadaudi tiek nosprostoti ar patogēnu masu. Aizsprostoto vadaudu un/vai izdalīto toksīnu dēļ augi zaudē turgoru un vīst, un gala rezultātā aiziet bojā.

1. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar slimību simptomiem un aprakstīt tos.

2. SĒŅU UZBŪVE UN VAIROŠANĀS

Sēnes ir īpaša dzīvo organismu grupa. Tās nodala atsevišķā valstī – *Mycota*. Pavisam pazīstami vairāk nekā 148 000 sēņu sugu un katru gadu tiek atklātas jaunas sugas. Sēņu šūnā ir hitīns un hemiceluloze, un metabolisma procesā tās, tāpat kā dzīvnieki, veido urīnvielu.

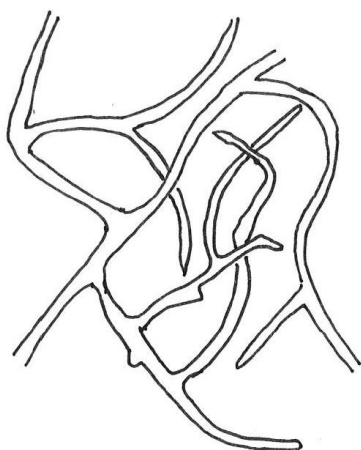
Tipiskā gadījumā sēne sastāv no **veģetatīvā ķermeņa un vairošanās orgāniem**.

Veģetatīvais ķermenis – micēlijs jeb sēnotne – sastāv no tieviem pavedieniem – hifām. Hifas parasti ir zarotas; tās var būt viensūnu vai daudzsūnu (ar šķērssienu). Pašām primitīvākajām sēnēm micēlijs ir tikai plazmas kamols (protoplasts). Šāda uzbūve sēnēm nodrošina ļoti lielu barības vielu uzsūkšanas virsmu.

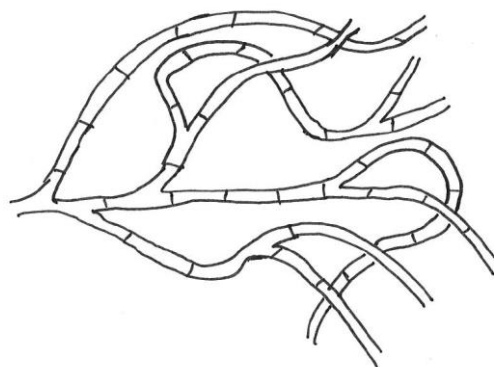
Micēlijs var būt bezkrāsains vai iekrāsots: sārts, pelēks, brūns vai melns u.c.

Micēlijs var būt endofīts (atrodas substrātā, piemēram, augā) vai eksofīts (atrodas virs substrāta). Endofītais micēlijs var izplatīties gan auga šūnu iekšpusē, gan starpsūnu telpā.

Micēlija uzbūve



Vienšūnas micēlijs



Daudzšūnu micēlijs

Lai pielāgotos apkārtējās vides apstākļiem, kā arī lai saglabātos nelabvēlīgos apstākļos un veiksmīgāk izmantotu esošās barības vielas, hifas un sēnotne daudzos gadījumos veido dažādas pārveidnes.

Hifu pārveidnes (daži piemēri)

Anastomozes – hifu sānu izaugumi, kas savieno blakus esošās hifas, pa kurām kodoli pārvietojas no vienas hifas uz otru.

Haustorijas – hifu atzarojumi, kas iekļūst šūnās un no tām uzsūc barības vielas.

Apresoriji – dīglstobra vai hifu galos veidojas dažādas formas piesūcekņi, ar kuriem sēne pirms iekļūšanas šūnā piestiprinās pie substrāta virsmas.

Rizoīdi – hifu atzarojumi, kas veidojas, hifām saskaroties ar cietu substrātu; tie atgādina augu saknes. Ar rizoīdiem sēnes piestiprinās pie substrāta un uzsūc no tā barības vielas. Raksturīgas zemākajām sēnēm.

Stoloni – resni, lokveida hifu atzarojumi, ar kuru palīdzību sēnes pārvietojas pa substrātu; parasti savieno divas rizoīdu grupas.

Oīdijas – hifās veidojas šķērssienas, kā rezultātā hifa sadalās atsevišķās šūnās ar plānu šūnapvalku.

Hlamidosporas – veidojas, micēlijam sadaloties atsevišķās šūnās, taču atšķirībā no oīdijām tām ir biežāks šūnapvalks un parasti tās ir tumšā krāsā.

Micēlija pārveidnes (daži piemēri)

Sklerociji – cieti veidojumi, kas sastāv no sēņu audiem un spēj saglabāties nelabvēlīgos apstākļos; tiem ir dažādas formas un izmēri. Sklerociji sastāv no sēņu audiem ar stingru un biezu apvalku, parasti hitinizētu, brūnā vai melnā krāsā. Sklerociji dīgst, veidojot vairošanās orgānus vai micēliju.

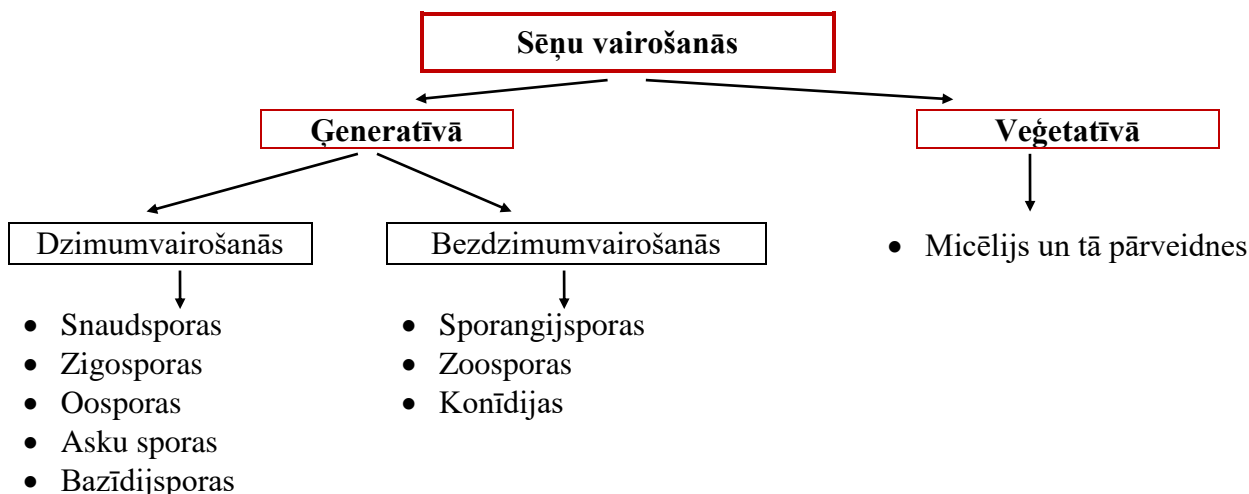
Mūmijas – veidojas, sēnes hifām cieši saaugot ar substrāta (auga) šūnām. Mūmiju funkcijas ir līdzīgas sklerociju funkcijām.

Stromas – hifu saaugumi, kas caurauž auga audus. Stromu virspusē vai iekšpusē parasti veidojas sēnes vairošanās orgāni. Stromas var būt mīkstas vai cietas, tās var būt dažādās krāsās.

Rizomorfas – biezi, izturīgi micēlija sakopojumi, kas sastāv no hifām. Rizomorfas veic augu saknēm līdzīgas funkcijas, galvenokārt veicina sēņu izplatīšanos un substrāta kolonizāciju.

Sēņu vairošanās

Sēnes vairojas **ģeneratīvi** jeb reprodiktīvi, t.i., ar sporām, un **veģetatīvi** – ar micēliju vai tā daļām.



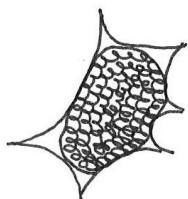
Veģetatīvā vairošanās notiek ar micēliju vai tā pārveidnēm, un tā nodrošina sēnes izplatību veģetācijas periodā un saglabāšanos nelabvēlīgos apstākļos.

Ģeneratīvā vairošanās notiek ar sporām dzimumceļā un bezdzimumceļā.

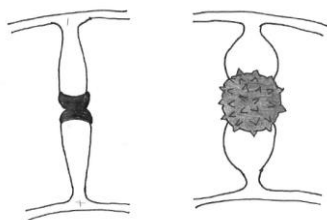
Dzimumprocess parasti notiek vai nu pirms, vai pēc sēnes ziemošanas. Tā uzdevums – nodrošināt ģenētiskās informācijas maiņu.

Bezdzimumceļā sēnes parasti vairojas labvēlīgos apstākļos veģetācijas periodā. Šādas vairošanās uzdevums ir nodrošināt ātru sēnes izplatību. Bieži novērojamas daudzas bezdzimumsporu paaudzes vienā veģetācijas sezonā.

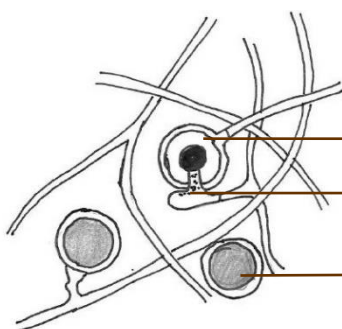
Dzimumsporu un bezdzimumsporu uzbūve un veidošanās



Snaudsporas veidojas, saplūstot kopā divām zoosporām vai sairstot plazmodijam. Snaudsporām ir biezs apvalks, un tās spēj ilgi saglabāties.



Zigosporas veidojas, saplūstot divām morfoloģiski (pēc uzbūves) vienādām dzimumšūnām, kuras atrodas uz speciāliem izaugumiem.

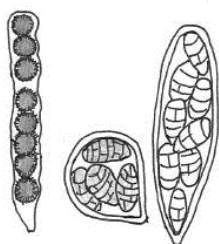


Oosporas veidojas, saplūstot divām morfoloģiski atšķirīgām dzimumšūnām (anterīdijs un oogons).

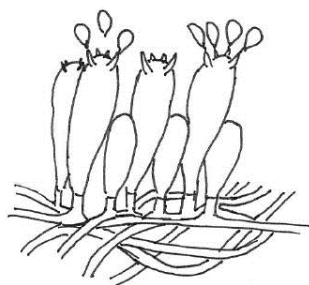
oogons

anterīdijs

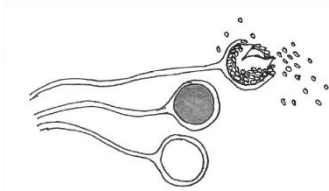
oospora



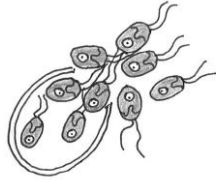
Askusporas veidojas sarežģītā procesā: vispirms saplūst anterīdijs un oogons, tad veidojas aski jeb somiņas, kuru iekšpusē attīstās askusporas.



Bazīdijsporas veidojas, saplūstot diviem haploīdiem šūnu kodoliem (kariogāmija) speciālā veidojumā – bazīdijā. Bazīdijā notiek mejoze, kuras rezultātā izveidojas haploīdas bazīdijsporas.

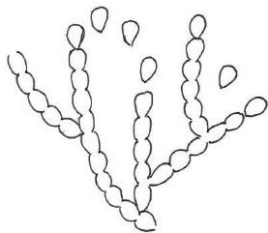


Sporangijsporas veidojas endogēni plīstošos, ar membrānu pārklātos sporangijos, kuri attīstās uz hifu atzarojumiem. Sporangijsporas ir bezdzimumsporas; sīkas, viensūnas, parasti izplatās ar vēju.

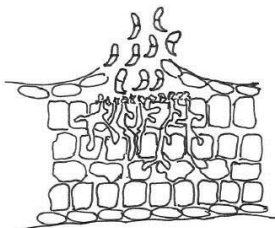


Zoosporas attīstās mitrā vidē. Zoosporangiju iekšpusē veidojas viensūnas sporas ar viciņām.

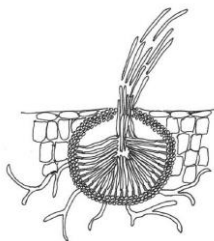
Konīdijas veidojas konīdijnesēju galos. Konīdijnesēji ir specializēti hifu atzarojumi, un tiem var būt dažādas formas un lielumi:



- ◆ konīdijnesēji ar konīdijām virs auga audiem veido tumšu vai gaišu **apsarmi**;



- ◆ konīdijnesēji ir īsi, veidojas uz **stromas (apmāļiem)** zem vai virs auga epidermas;



- ◆ konīdijnesēji ir īsi, veidojas dobumos – **piknīdās**.

2. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar sēņu uzbūvi.
- ✓ Iepazīties ar sēņotnes pārveidnēm, to uzbūvi un bioloģisko nozīmi.
- ✓ Apgūt sēņu vairošanos, zināt bezdzimumvairošanās un dzimumvairošanās bioloģisko nozīmi un saprast, ar ko sporas atšķiras cita no citas.

3. SĒŅU UN CITU MIKROORGANISMU (AUGU SLIMĪBU IEROSINĀTĀJU) SISTEMĀTIKAS GALVENIE PRINCIPI

Dzīvo būtņu, tajā skaitā arī sēņu, sistemātika nozīmē to hierarhisko iedalījumu sistemātikas vienībās (**taksonos**).

Pagājušajos gadsimtos sēņu sistemātika balstījās uz to morfoloģiskajām pazīmēm (augļķermeņu esamība un uzbūve, sporu īpatnības u.c.), sēņu bioloģiju, fizioloģiju un ekoloģiju. Pēdējās desmitgadēs strauji attīstījušās molekulāri ģenētiskās metodes, ko izmanto sēņu un citu mikroorganismu identifikācijā un sistemātikā.

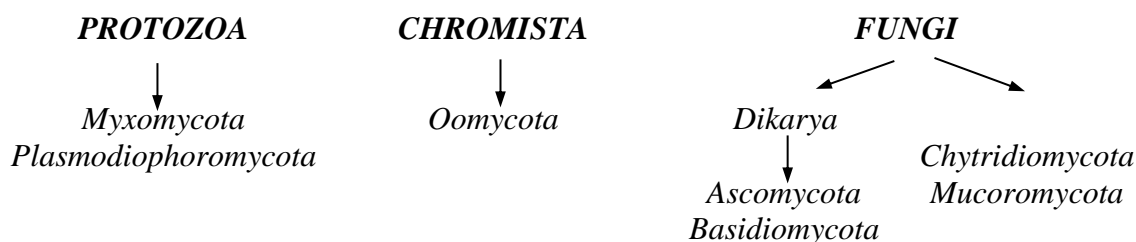
Sēņu sistemātikai ir teorētiska un praktiska nozīme. Ja uzreiz nevar precīzi identificēt patogēnu, tad ir iespējams noteikt sēnes dzimtu vai rindu, vai vismaz nodalījumu. Pēc sēņu grupas noteikšanas tālākā tās identifikācija ir daudz vieglāka. Gadījumā, ja precīza identifikācija ir pārāk sarežģīta, zināšanas par patogēna sistemātisko piederību ļauj saprast galvenās bioloģiskās īpatnības, kuru izprašana ir būtiska slimības ierobežošanai.

Izpratne par sēņu vietu dzīvo organismu sistemātikā laika gaitā ir mainījies. Agrāk sēnes pieskaitīja zemākajiem augiem, taču realitātē tās vairāk līdzinās dzīvniekiem. Tagad sēnes veido speciālu valsti – **MYCOTA** (sinonīms – **FUNGI**).

Protozoa un *Chromista* valstu organismi, kas atšķiras no sēnēm bioloģiski, parasti tiek apskatīti kopā ar tām, jo no praktiskā viedokļa (uzbūve, vairošanās, attīstības cikli un ekoloģiskās nišas) šie mikroorganismi ir līdzīgi sēnēm.

Augu patogēni sastopami *Mycota*, *Protozoa*, *Chromista*, *Bacteria* valstīs un *Viruses* grupā (nav iekļauta vispārējā dzīvo būtņu sistemātikā).

Augu patogēnu, kuri pieder *Protozoa*, *Chromista* un *Mycota* valstīm, SISTEMĀTIKA



Sēņu sistemātikas vienību (taksonu) nosaukumu veidošanas principi

Sistemātiskais iedalījums (taksons)	Tā nosaukums angļu valodā	Latīniskais nosaukums vai tā galotne	Piemēri
Valsts	Kingdom	<i>Fungi/Mycota</i>	×
Apakšvalsts	Subkingdom	<i>Dikarya</i>	×
Nodalījums	Phylum	<i>-mycota</i>	<i>Ascomycota</i>
Apakšnodalījums	Subphylum	<i>-mycotina</i>	<i>Pezizomycotina</i>
Klase	Class	<i>-mycetes</i>	<i>Dothideomycetes</i>
Apakšklase	Subclass	<i>-mycetidae</i>	<i>Pleosporomycetidae</i>
Rinda	Order	<i>-ales</i>	<i>Pleosporales</i>
Dzimta	Family	<i>-aceae</i>	<i>Pleosporaceae</i>
Ģints	Genus	×	<i>Pyrenophora</i>
Suga	Species	×	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>
Nav skaidra sistemātiskā piederība	Uncertain placement	<i>Incertae sedis</i>	×

Lielākajai sēņu daļai ir gan dzimumstadija, gan bezdzimumstadija, un daudzos gadījumos katrai no stadijām ir savs nosaukums:

Teleomorfa – dzimumstadijas nosaukums;

Anamorfa – bezdzimumstadijas nosaukums.

Holomorfa – sēnes kopējais nosaukums.

Divi nosaukumi ir veidojušies vēsturiski, jo parasti katru stadiju atklāja atsevišķi, dažādos laikos un bieži ģeogrāfiski attālos reģionos; atklājēji parasti bija dažādi autori. Līdz ar to ilgstoši nebija skaidrs, vai tā ir viena un tā pati sēne. Bieži katrai no stadijām bija atšķirīga sistemātiskā piederība, kas noteikta pēc to morfoloģiskajām īpatnībām.

2011. gadā Starptautiskajā botānikas kongresā tika izdarītas izmaiņas Starptautiskajā aļģu, sēņu un augu nomenklatūrā (*International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants*), pieņemot principu “**viena sēne, viens nosaukums**”.

Pāreja uz vienu nosaukumu notiek pakāpeniski, tāpēc pagaidām gan zinātniskajā, gan akadēmiskajā un populārajā presē vienai un tai pašai sēnei tiek lietoti dažādi nosaukumi.

Visbiežāk par sēnes kopējo nosaukumu ir pieņemta teleomorfa, bet ir arī atsevišķi izņēmumi, piemēram, *Botrytis*, *Fusarium*, *Zymoseptoria tritici* u.c. ir anamorfu nosaukumi. Izņēmumi izdarīti tādēļ, ka šo ģinšu bezdzimumstadiju nosaukumi ir daudz biežāk lietoti un dabā bezdzimumstadijām ir lielāka nozīme.

Sēņu sugu pieraksta veidi

Apzīmējums	Tā nozīme	Piemērs	Paskaidrojums
sp.	suga	<i>Alternaria</i> sp.	Ir zināma ģints, bet nav zināma precīza suga
spp.	sugas	<i>Alternaria</i> spp.	Ir zināms, ka ir vairākas sugas, bet nav zināms, kādas
<i>sensu lato</i> (s.l.)	plašā nozīmē	<i>Heterobasidion annosum</i> s.l.	Kopumā runājot, tā ir <i>H. annosum</i> , bet varētu būt arī cita, ļoti līdzīga
<i>sensu stricto</i> (s.s. vai s. str.)	šaurā nozīmē	<i>Heterobasidion annosum</i> s.s.	Ir skaidri zināms, ka tā ir <i>H. annosum</i>



Lielāko daļu patogēno sēņu nosaukumu var pārbaudīt mājas lapās:

<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

<https://www.mycobank.org/>

3. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Apgūt dzīvo būtņu sistemātikas pamatjēdzienus.

4. ASCOMYCOTA



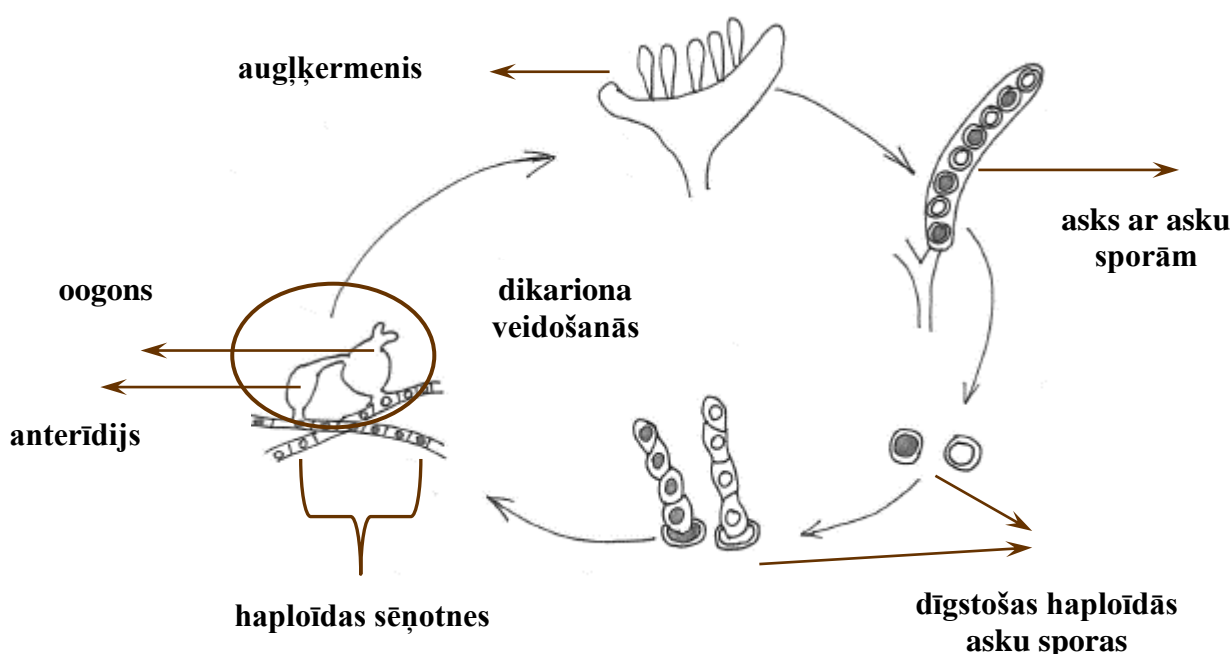
Dikarya (attīstības ciklā ir dikarions) – ietver *Ascomycota* un *Basidiomycota* nodalījuma sēnes.

Dikarions veidojas, ja saplūst divas šūnas, – saplūst tikai citoplazma, bet kodoli nesaplūst.

Ascomycota nodalījuma sēnēm ir labi izveidots, zarains daudzšūnu micēlijs.

Šīs klases sēnēm raksturīga dzimumvairošanās, kā rezultātā veidojas aski (jeb somiņas), kuru iekšpusē attīstās asku sporas.

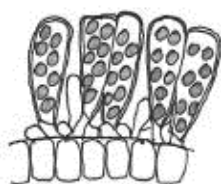
Asku sporu veidošanās



Daudzām asku sēnēm raksturīga bezdzimumvairošanās ar konīdijām. Konīdiju krāsa, izmērs, forma un novietojums tiek izmantoti, lai identificētu sēņu bezdzimumstadijas.

Aski veidojas:

- tieši uz sēņotnes;
- īpašos augļķermeņos. Kopējais nosaukums šiem augļķermeņiem ir askokarps; ir vairāki askokarpu veidi.



Asku izvietojums tieši uz sēņotnes

Ascomycota sēņu augļķermeņu uzbūve

Kleistotēciji – pilnīgi slēgti, lodveida augļķermeņi, bez speciālas atveres. Aski atbrīvojas, kad, sporām nogatavojoties, kleistotēciji sabrūk.

Hasmotēciji – agrāk “kleistotēciji” – arī tagad literatūrā bieži lieto šo nosaukumu. Hasmotēciji ir pilnīgi slēgti, lodveida augļķermeņi, bez speciālas atveres. Aski atbrīvojas, kad augļķermeņa sienā izveidojas plaisa. Šis augļķermeņu tips ir unikāls – tas raksturīgs tikai *Erysiphales* rindai, kas ierosina miltrasu.

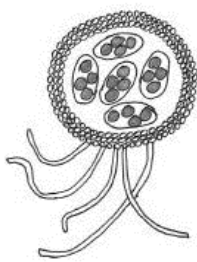
Atšķirība starp kleistotēcijiem un hasmotēcijiem ir asku novietojumā augļķermeņos un to atbrīvošanās veidā. Kleistotēciji lēnām sabrūk, bet hasmotēciji pārplīst.

Peritēciji ir daļēji slēgti, to augšpusē ir atvere; tie ir bumbierveida vai pudeļveida. Aski iznāk ārā pa atveri.

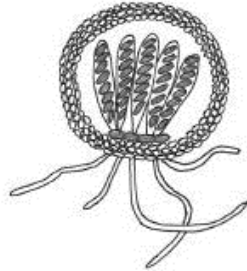
Apotēciji nogatavojoties plaši atveras, un aski atrodas to virspusē; forma ir diskveida vai šķīvīveida, iespējamās arī citas formas.

Pseudotēciji pēc izskata atgādina peritēcijus, taču to veidošanās sākas nevis ar apaugļošanu, bet attīstoties askustromai (veģetatīvo hifu kopumam), kurā pēc tam veidojas dobumi (lokuli), kuros savukārt attīstās aski.

Asku sēņu augļķermeņu uzbūve



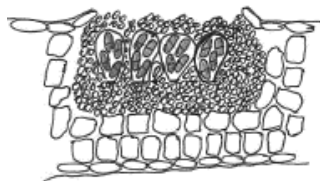
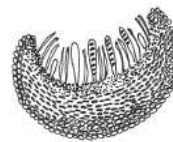
kleistotēciji



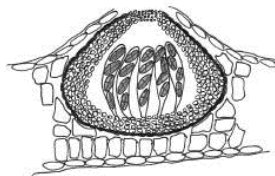
hasmotēciji



apotēciji ar kātiņu un bez tā



pseudotēciji



peritēciji

4. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Apgūt *Ascomycota* sēņu bioloģiskās īpatnības, kā arī augļķermeņu un askustromu uzbūvi un veidošanos.

4.1. NOZĪMĪGAS RINDAS NO ASCOMYCOTA NODALĪJUMA

TAPHRINALES RINDA

Taphrinales rindas sēnēm ir labi attīstīts daudzšūnu micēlijs.



Taphrinales rindas sēnēm aski attīstās tieši uz bojātajiem audiem, un tām nav augļķermeņu (askokarpu).

Taphrina ģints sēnes izraisa dažādas bojāto orgānu (lapu, augļu, dzinumumu) deformācijas, jo sēņu metabolīti ierosina šūnu pastiprinātu dalīšanos un to apjomu palielināšanos (hiperplāzija un hipertrofija).

- ◇ *Taphrina deformans* – ierosina lapu čokurošanos persikiem un citiem kaulēņiem. Lapu virsma kļūst nelīdzena, lapas čokurojas, bojātās vietas ir dažādās krāsās – no dzeltenas un zaļas līdz pat sarkanām nokrāsām; vēlāk lapas brūnē un nobirst. Patogēns inficē arī augļus un dzinumus. Askī attīstās uz lapu virsmas.
- ◇ *Taphrina pruni* – ierosina vējplūmju veidošanos. Citas sugas (*T. alni* un *T. padi*) inficē alkšņus un ievas. Augļaižmetņi izaug pārāk lieli un kropli, bez kauliņa; uz augļa virsmas veidojas aski.
- ◇ *Taphrina betulina* – ierosina vējslotas bērziem. Veidojas daudzi pušķī izvietoti dzinumumi, kuriem ir sīkas, bālas, trauslas lapas. Lapu apakšpusē veidojas asku slānītis. *Taphrina* spp. ierosina vējslotas arī citiem kokiem, piemēram, ķiršiem.

Vējslotas var veidoties citu faktoru ietekmē – tās var ierosināt fitoplazmas, kukaiņi, ērces u.c., kā arī abiotiskie faktori.

Citas nozīmīgas rindas no *Ascomycota* nodalījuma

- ◆ ***Eurotiales*** (pieder *Penicillium*, *Aspergillus* u.c. ģintis) – galvenokārt vairojas ar konīdijām, kleistotēciji sastopami reti.
- ◆ ***Diaporthales*** (pieder *Gaeumannomyces graminis*, *Diaporthe* u.c. ģintis) – attīstības ciklā var būt peritēciji un/vai konīdijas.
- ◆ ***Ophiostomatales*** (pieder *Ophiostoma novo-ulmi* u.c.) – attīstības ciklā var būt konīdijas un peritēciji.
- ◆ ***Hypocreales*** rindas sēnēm raksturīgi peritēciji, taču tie neveidojas visām ģintīm. Ja peritēciji veidojas, tie izvietoti stromās. Tās ir gaļīgas, koši krāsotas. Konīdijas var būt un var nebūt.
 - ◇ *Neonectria ditissima* – ierosina lapu koku parasto vēzi.
 - ◇ *Nectria cinnabarina* – saprotrofs attīstās uz atmirstošiem zariem.
 - ◇ *Claviceps purpurea* – ierosina rudzu melnos graudus.
 - ◇ *Fusarium* spp. – ierosina dažādas slimības, piemēram, vārpu fuzariozi, sauso puvī, vītes utt.
 - ◇ *Verticillium* spp. – ierosina vīti gan lakstaugiem, gan kokiem.
 - ◇ *Trichoderma* spp. – citu sēņu antagonistis.
- ◆ ***Pleosporales*, *Dothideales* un *Capnodiales*** rindas – parasti attīstības ciklā ir pseidotēciji un konīdijas, tomēr ne visu ģinšu attīstības ciklā dzimumstadijai ir nozīme.
 - ◇ *Zymoseptoria tritici* – kviešu pelēkplankumainības ierosinātājs.

- ◇ *Pyrenophora* spp. – dažādu graudaugu lapu plankumainību ierosinātāji.
 - ◇ *Leptosphaeria* spp. – rapša stublāju sausās puves (vēža) ierosinātāji.
 - ◇ *Venturia* spp. – ābeļu, bumbieru, apšu un citu augu kraupja ierosinātāji.
 - ◇ *Alternaria* spp. – dažādu slimību (plankumainības, puves u.c.) ierosinātāji, sastopamas dažādās ekoloģiskās nišās.
- ◆ ***Helotiales*** rindas sēnēm raksturīgi sēdoši vai uz kātiņa apotēciji – tie ir tumši vai košās krāsās. Lielākā daļa no ģintīm veido konīdijas, taču ne visas.
 - ◇ *Sclerotinia sclerotiorum* – plaši specializēts baltās puves ierosinātājs.
 - ◇ *Monilinia* spp. – sēnes ierosina augļu puvi un ķiršu pelēko puvi.
 - ◇ *Botrytis* spp. – pelēkās puves un citu slimību ierosinātāji dažādiem kultūraugiem.
 - ◇ *Oculimacula* spp. – graudaugu stiebru lūšanas (acsveida plankumainība) ierosinātāji.
 - ◆ ***Rhytismatales*** rindas sēnēm raksturīgi sēdoši, tumši apotēciji stromās vai bez tām; dažām ģintīm konīdijas ir, dažām to nav.
 - ◇ *Rhytisma* spp. – ierosina melnkreves (kļavām u.c.).
 - ◇ *Lophodermium* spp. – ierosina skujbiēs.

4.1. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar *Taphrinales* rindas sēņu bioloģiskajām īpatnībām un zināt tās nozīmīgākos pārstāvjus.
- ✓ Iepazīties ar citām nozīmīgākajām sēņu rindām no *Ascomycota* nodalījuma.

4.2. ERYSIPIHALES RINDA



Erysiphales rindā ir viena dzimta – *Erysiphaceae*. *Erysiphales* rindas sēnes ir obligātie parazīti, un tās ierosina slimības, ko sauc par **miltrasām**.

Miltrasu simptomi: uz lapām, reizēm arī uz dzinumiem un augļiem, veidojas **apsarme** – sākumā gaiša, vēlāk tumšāka. Šī apsarme sastāv no eksogēnā micēlija (attīstās audu virspusē un ar apsesorijiem piestiprinās pie audiem), īsiem konīdijnesējiem un konīdijām. Konīdijas veidojas katra atsevišķi vai sakārtotas ķēdītēs, atkarībā no patogēna sugas. Vēlākās miltrasas attīstības stadijās veidojas labi saredzami **hasmotēciji**; dažām sugām tie veidojas reti.

Miltrasas veģetācijas sezonā izplatās ar konīdijām. Hasmotēciji ziemo augu atliekās vai dzīvos augos; micēlijs pumpuros vai citās dzīvo augu daļās saglabājas retāk.

Erysiphales rindas sēnes ir šauri specializētas; tās ir ļoti plaši izplatītas. Pazīstamas vairāk nekā 6000 sugas. Latvijā ekonomiski nozīmīgas ir labību, koku, dekoratīvo augu, augļu un dārzeņu miltrasas.

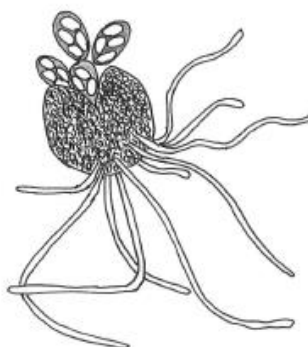
Erysiphales rindas sistemātika ir mainīta – tiek ņemtas vērā ne tikai teleomorfu, bet arī anamorfu un micēlija attīstības īpatnības.

Piemēram, zemeņu miltrasas ierosinātāja teleomorfas uzbūve atbilst *Sphaerotheca*, bet, ņemot vērā, ka konīdijas veidojas ķēdītēs, ierosinātāja holomorfa ir *Podospaera*.

Sistemātikā liela nozīme ir teleomorfas morfoloģiskajām pazīmēm:

- hasmotēciju piedēkļu formai;
- asku somiņu skaitam vienā hasmotēcijā.

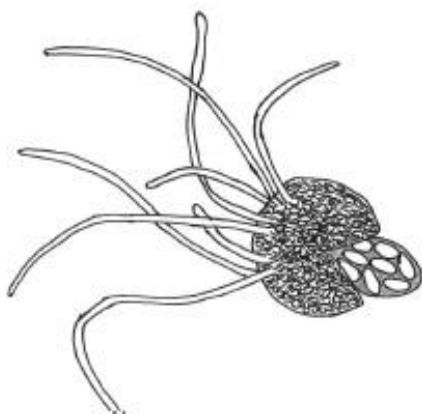
Hasmotēciju uzbūves īpatnības



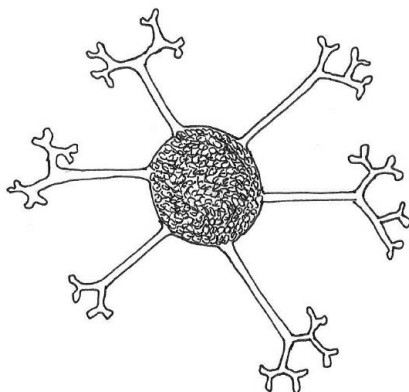
Erysiphe – hasmotēciju piedēkļi ir īsi, vienkārši, līdzīgi hifām. Vienā hasmotēcijā ir vairāki aski.

Blumeria – hasmotēciju piedēkļi ir īsi, vienkārši, līdzīgi hifām. Vienā hasmotēcijā ir vairāki aski.

Blumeria un *Erysiphe* hasmotēciji ir līdzīgi, bet to micēlijs un saimniekaugi atšķiras. *Blumeria* ģints sēnes veido sekundāro micēliju, kas parasti ir tumšāks un blīvāks; parazitē uz graudaugiem.



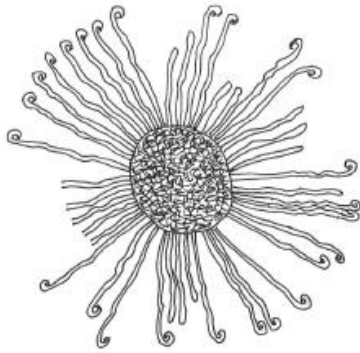
Sphaerotheca – hasmotēciju piedēkļi ir īsi, vienkārši, pavedienuveida. Vienā hasmotēcijā ir tikai viens askis.



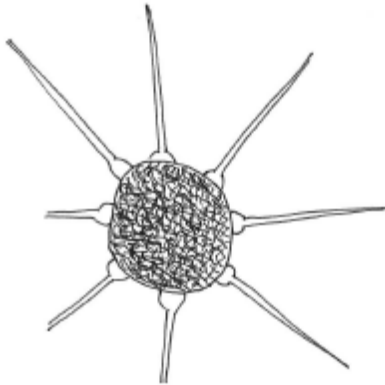
Microsphaera – hasmotēciju piedēkļiem ir vairākkārt dihotomiski zaroti gali, pēdējās pakāpes zari nedaudz noliekušies. Vienā hasmotēcijā ir vairāki aski.



Podospaera – hasmotēciju piedēkļi ir tievi, gari, ar vairākkārt dihotomiski zarotiem galiem. Vienā hasmotēcijā ir tikai viens askis.



Uncinula – hasmotēciju piedēkļiem ir ieritināti gali. Vienā hasmotēcijā ir vairāki aski.



Phyllactinia – hasmotēciju piedēkļi ir gari, adatveida, taisni, pie pamata lodveidā uzbrieduši. Vienā hasmotēcijā ir daudz asku.

4.2. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar īstās miltrasas slimības simptomiem.
- ✓ Atpazīt *Erysiphales* rindas sēņu dzimumstadijas pēc hasmotēciju piedēkļu uzbūves un asku skaita hasmotēcijās.

5. ASCOMYCOTA UN BASIDIOMYCOTA SĒŅU BEZDZIMUMVAIROŠANĀS ĪPATNĪBAS

Agrāk lielu daļu no sēņu bezdzimumstadijām iedalīja mākslīgi veidotā klasē – *Deuteromycetes*. Tajā tika apvienotas ģenētiski atšķirīgas sēnes:

- 1) sēnes, kurām līdz šim nebija konstatēta dzimumstadija;
- 2) sēnes, kuras evolūcijas gaitā bija zaudējušas dzimumstadiju;
- 3) asku un bazīdijsēņu konidiālās stadijas, respektīvi – bezdzimumstadijas.



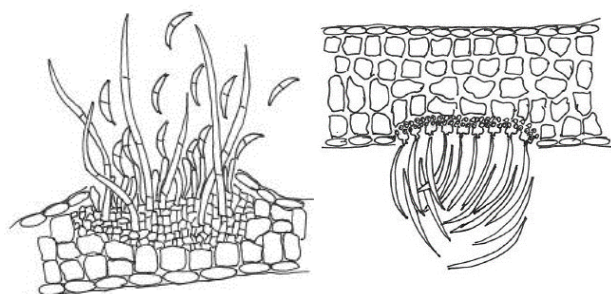
Pēc 2011. gada *Deuteromycetes* ir izslēgta no sistemātikas kā atsevišķa grupa, jo ģenētiski molekulārās analīzes pierādīja, ka ~90% šo sēņu pieder *Ascomycota*, pārējās ir *Basidiomycota*, vai arī to piederība nav zināma.

Konīdiņu attīstības īpatnības un konīdijnesēju un konīdiņu pazīmes ir būtiskas sēņu identificēšanai. Konīdijnesēji var būt novietoti apsarmes veidā, apmāļos (stromās) un piknīdās.

Konīdijnesēju novietojums



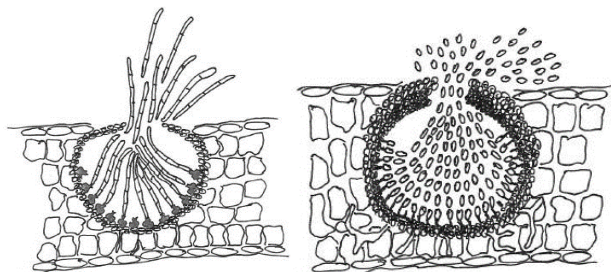
Apsarme – konīdijnesēji attīstās tieši virs substrāta; tie var būt īsi vai gari, zaroti vai nezaroti.



Apmāļi – konīdijnesēji attīstās uz micēlija savijuma; dažreiz starp konīdijnesējiem ir sterili izaugumi – parafīzes. Apmāļi var būt lapas augšpusē vai apakšpusē.

Zem epidermas, piemēram, *Diplocarpon* spp.

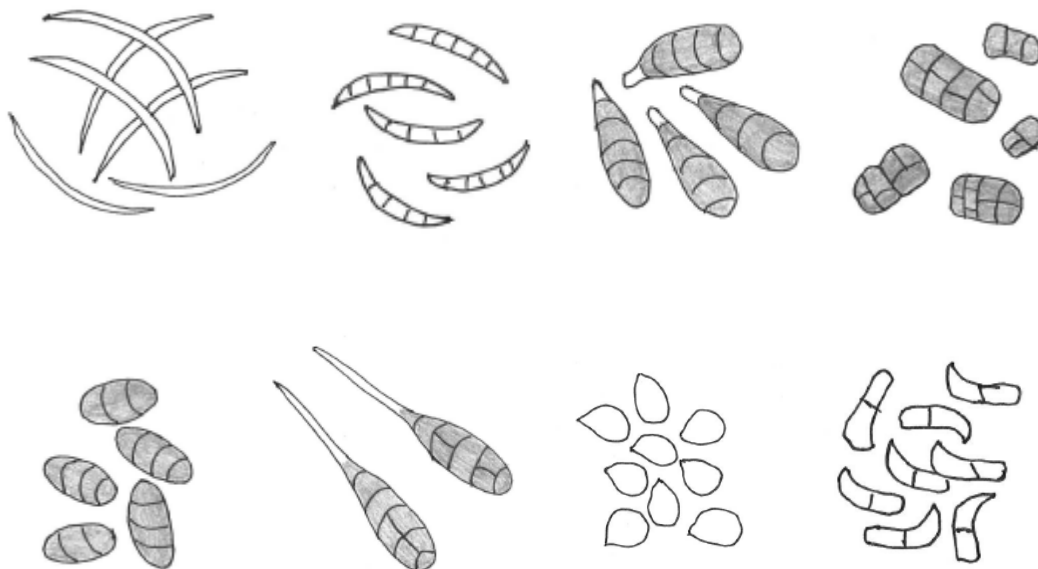
Virš epidermas, piemēram, *Blumeriella jaapii*.



Piknīdas – iedobumi auga audos, kuros ir īsi konīdijnesēji (piemēram, *Zymoseptoria tritici*, *Leptosphaeria* spp.).

Konīdijas var būt gaišas vai tumšas, viensūnas un daudzšūnu, arī to forma var būt atšķirīga – apaļas, garenas, izliektas utt. Ja tās ir daudzšūnu, tad septas (starpšūnu sienīņas) var būt izvietotas gan horizontāli, gan vertikāli.

Konīdiju uzbūve



5. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar dažādu slimību simptomiem.
- ✓ Aprakstīt konīdiju novietojumu un morfoloģiskās īpatnības.

Apraksta piemērs

Slimības simptomi	Konīdiju novietojums	Konīdiju forma	Zīmējums
Uz graudzāļu lapām nekrotiski plankumi ar melniem punktiņiem	Piknīdas	Daudzšūnu, garenas	

6. *BASIDIOMYCOTA*

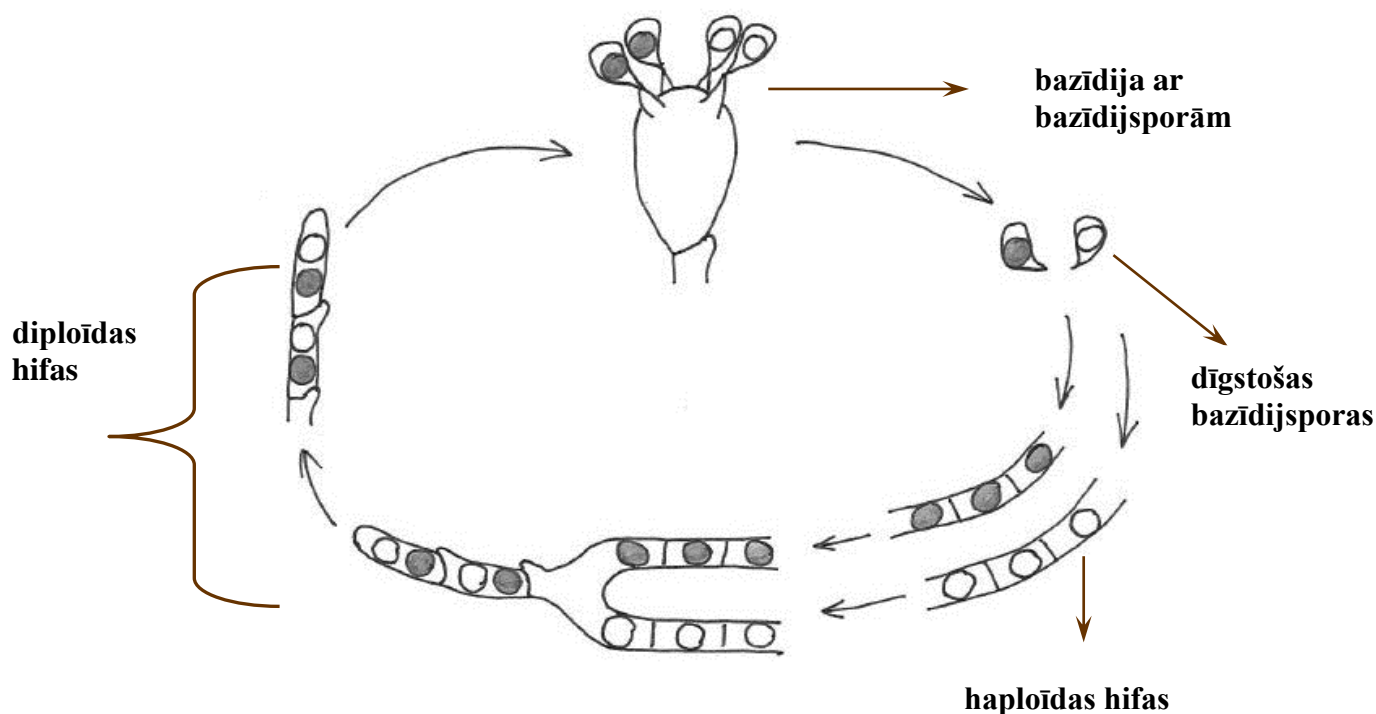
Pieder morfoloģiski ļoti atšķirīgas sēnes, taču tām ir kopīga pazīme – dzimumprocesa rezultātā veidojas bazīdijas, uz kurām eksogēni attīstās bazīdijsporas.

Sēņu attīstības cikli atkarībā no konkrētām ģintīm ir ļoti atšķirīgi, taču lielākā daļa bazīdijsēņu galvenokārt dzīvo kā dikarioni – katrā šūnā ir divi haploīdi kodoli.

Dzimumprocess sākas ar divu haploīdu hifu saplūšanu, kā rezultātā veidojas dikarioniskas hifas, – tā ir stadija, kurā sēne pavada lielāko daļu savas dzīves. Saplūstot diviem haploīdiem kodoliem, veidojas bazīdijas.

Vairumā gadījumu bazīdijsporas dīgst un veido haploīdu hifu, kura tālāk saplūst ar seksuāli atbilstošu hifu, veidojot dikarionisku micēliju vai atsevišķos gadījumos – sporas.

Bazīdijsporu veidošanās



Basidiomycota nodalījumā ir trīs apakšnodalījumi

Ustilaginomycotina

Vairāk nekā 1700 sugu; izraisa melnplaukas un dažas citas slimības.

Pucciniomycotina

Vairāk nekā 8000 sugu (8% no visām aprakstītajām sēnēm); lielākā daļa no tām izraisa rūsas dažādiem kultūraugiem, ir sēņu un kukaiņu parazīti; atsevišķas sugas veido mikorizu ar orhidejām.

Agaricomycotina

Vairāk nekā 20 000 sugu; pieder cepurīšu sēnes, piepes, pūpēži, zemeszvaigznes u.c.

6.1. USTILAGINALES RINDA

Ustilaginomycotina apakšnodalījumā no augu patoloģijas viedokļa nozīmīgākā ir *Ustilaginales* rinda, taču šim apakšnodalījumam pieder arī daži citi augu patogēni.

Exobasidiales rindai pieder augu parazīti, kam bazīdijsporas veidojas uz bojāto audu virsmas; bieži veido dažādus izaugumus uz lapām, ziediem u.c. augu daļām. Piemēram, *Exobasidium* spp. veido izaugumus uz *Ericales* rindas augu (dzērvenes, brūklenes, acālijas u.c.) lapām.

Ustilaginales rindas sēnes ierosina melnplaukas; pazīstamas vairāk nekā 1200 sugas. Vairums šīs rindas sēņu inficē graudzāļu vārpas, taču ir sugas, kas bojā lapas, ziedus u.c. augu daļas.

Cietā melnplauka, ko ierosina *Tilletia caries*, Latvijā postīgāka ir kviešiem. Slimības ierosinātājs saglabājas melnplaukas jeb teliosporu (putekļveida, tumšas, ar biežām šieniņām) veidā uz graudiem. Graudiem augsnē dīgstot, dīgst arī sporas, kas inficē dīgstu. Šajā laikā slimības simptomi nav saredzami, un ārēji slimība izpaužas tikai pēc ziedēšanas, piengatavības fāzē. Tad kļūst redzams, ka atsevišķu graudu vietā veidojas sorusi (melnplaukas sporu masa, ko ietver caurspīdīgs apvalks), bet pārējās vārpas daļas ir neskartas.

Putošā melnplauka bojā miežus, arī kviešus. Slimību ierosina sēnes no *Ustilago* ģints. Biežāk sastopamas *Ustilago nuda* (miežiem) un *Ustilago tritici* (kviešiem). Slimības rezultātā tiek saārdītas visas vārpas daļas, neskarta paliek tikai centrālā ass, kurai apkārt izveidojušās melnplaukas sporas. Sākumā tās ir klātas ar caurspīdīgu apvalku, kurš vēlāk pārplīst, un sporas izput. Tas notiek labību ziedēšanas laikā. Melnplaukas sporas, kuras nokļūst uz zieda drīksnas, dīgst un ieaug auglenīcā, kā rezultātā veidojas graudi, kuru iekšpusē ir sēnes micēlijs. Graudi ārēji nav atšķirami no veselajiem graudiem.

Stiebru melnplauka (ier. *Urocystis occulta*) inficē rudzus. Atšķirībā no citām graudzāļu melnplaukām tā bojā augu veģetatīvās daļas – stiebrus un lapas. Bojātajās vietās veidojas melnplaukas sporas, augi kropļojas.

6.1. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar melnplaukas simptomiem un apgūt melnplauku attīstības ciklus.

6.2. PUCCINIALES RINDA

Pucciniales rindas sēnes ierosina rūsas; pazīstamas aptuveni 5000 sugas. Rūsas bojā labības, daudzus dekoratīvos augus, kokaugus. Rūsu ierosinātāji ir šauri specializēti patogēni – katra suga vai rase spēj inficēt tikai konkrētu augu sugu vai tikai konkrētas šķirnes.

Tās ir ļoti sarežģītas sēnes, kuru attīstības ciklā var būt piecas stadijas. Ir sēnes, kurām attīstības cikls nav pilns – attīstās tikai četru vai divu tipu sporas. Ir vienmāju un divmāju rūsas (attīstība notiek uz diviem dažādiem augiem).

Divmāju rūsas pilns attīstības cikls

Ziemojošās sporas – **teleitosporas** – dīgst un veido **bazīdijsporas**, kas inficē starpsaimnieku.

Parasti uz starpsaimnieka no vienkodola sēņotnes attīstās **spermāciji**. Spermācijiem (vai atsevišķām hifām) saplūstot, veidojas dikariotiska sēņotne, no kuras attīstās nākamā stadija – ecīdijas.

Ecīdijas ir salīdzinoši lielas tvertnes; tās var būt kausveida, radziņveida, pūslīšveida. Ecīdiju tvertnes bieži apvienotas grupās, kas parasti attīstās lapu apakšpusē, taču tās var būt arī uz dzinumiem, skujām. Visbiežāk tās ir dzeltenas vai oranžas. Ecīdijās lielos daudzumos attīstās ecīdijsporas, kas inficē saimniekaugu.

Uz saimniekaugu attīstās vairākas paaudzes vasaras jeb **uredosporas**, ar kurām notiek tālāka slimības izplatība. Uredo sporas parasti ir košās krāsās – dzeltenas, oranžas, gaiši brūnas. Sporas sakopotas pustulās (spilventiņos).

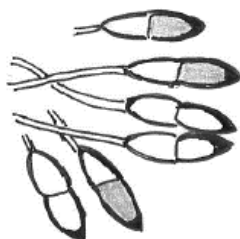
Rudenī uz tā paša micēlija veidojas **teleitosporas** ar biezu apvalku, ar kura palīdzību sēne ziemo. Teleito sporas sakopotas pustulās vai garoziņās.



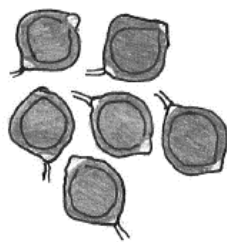
Pucciniales rindas sēnes sistematizē, pamatojoties uz teleitosporu uzbūvi un izvietojumu.

Teleitosporu uzbūve un izvietojums

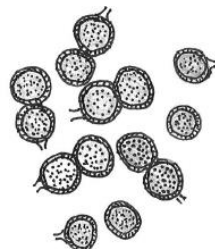
Pucciniaceae – teleito sporas ar kātiņiem, brīvas, apvienotas pustulās (spilventiņos).



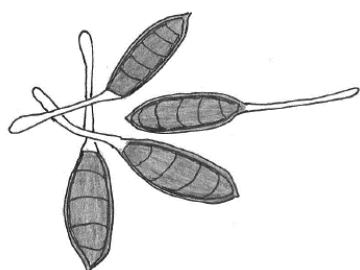
Puccinia – teleitosporas ir divšūnu, ar vidēji garu kātiņu.



Uromyces – teleiosporas ir viensūnas, ar īsiem kātiņiem.

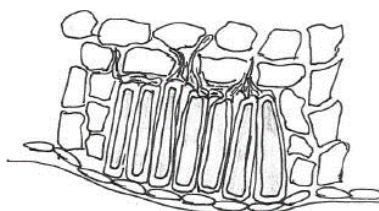


Tranzschelia – teleiosporas ir divšūnu, ar dziļu iežmaugu.

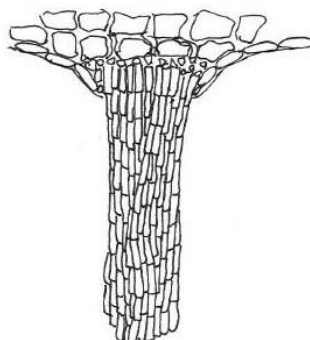


Phragmidium – teleiosporas ir daudzšūnu, ar gariem kātiņiem.

Melampsoraceae – teleiosporas bez kātiņiem, saaugušas kopā.



Melampsora – teleiosporas veido garoziņu.



Cronartium – teleiosporas veido stabiņus.

6.2. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar rūsas simptomiem un apgūt rūsas attīstības ciklu.
- ✓ Pēc teleiosporu izvietojuma un uzbūves identificēt *Pucciniales* rindas sēņu ģintis.

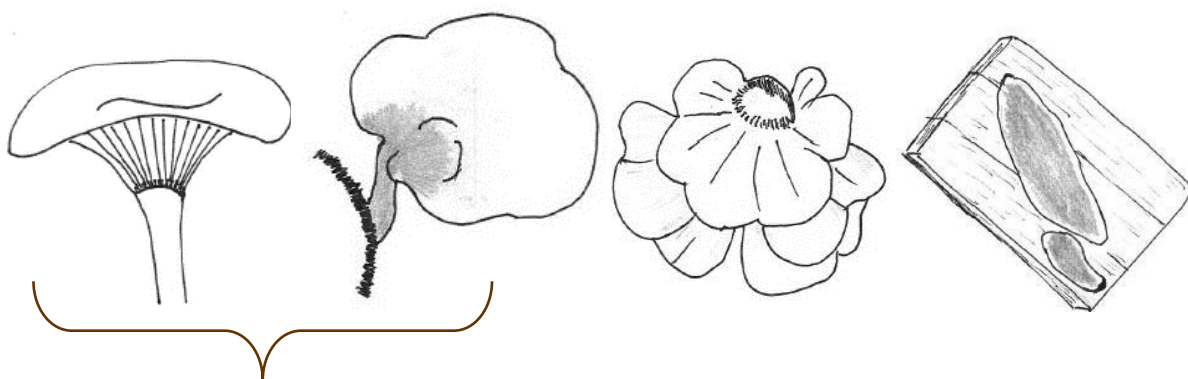
6.3. AGARICOMYCOTINA

Šajā apakšnodalījumā ir sēnes, kas ieņem dažādas ekoloģiskās nišas – organiskās vielas noārdītāji, mikorizu veidojošās sēnes, augu parazīti vai citu dzīvo organismu parazīti.

No augu patoloģijas viedokļa, nozīmīga sēņu grupa ir piepes, kas izraisa koksnes trupēšanu. Šīs sēnes ir aktīvas koksnes un tās atlieku noārdītājas – tās sadala celulozi un lignīnu. Šo procesu sauc par trupēšanu. Augļķermeņi veidojas ārpus substrāta (dzīva, atmirusi vai apstrādāta koksne).

Augļķermeņi var būt atstāvoši, ar kātiņu un cepurīti, klājeniski; tie var būt viengadīgi vai daudzgadīgi. Augļķermeņu konsistence var būt ādaina, koksnaina, korķaina.

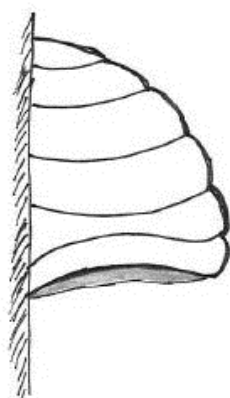
Dažādu *Agaricomycotina* apakšnodalījuma sēņu augļķermeņi



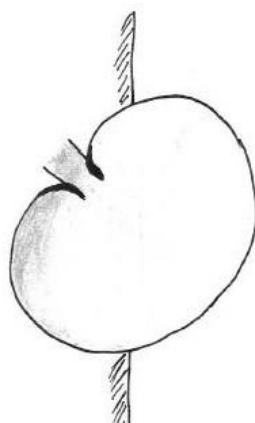
augļķermeņi ar centrisku un ekscentrisku kājiņu

augļķermeņi saauguši dakstiņveidā

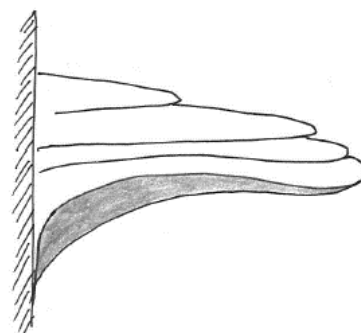
klājenisks augļķermenis



puslokveida augļķermenis

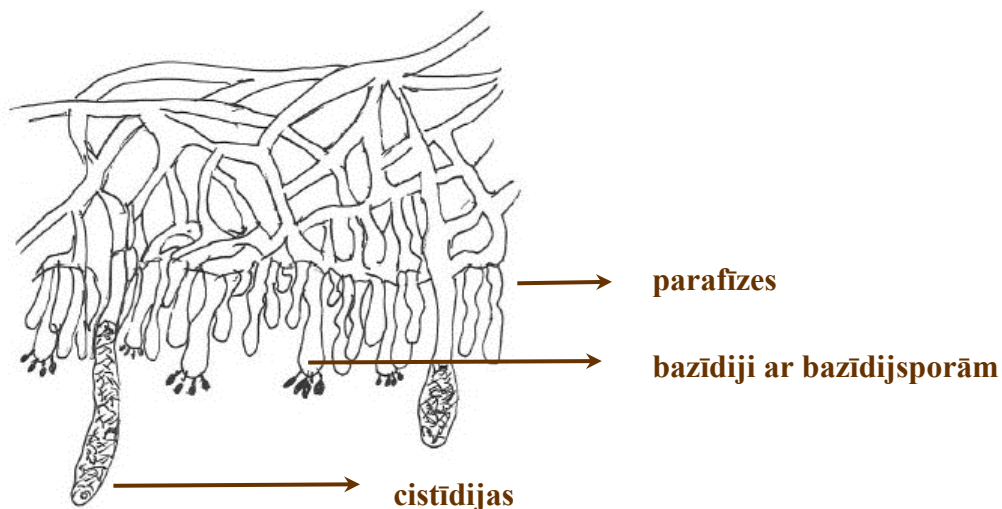


nierveida augļķermenis



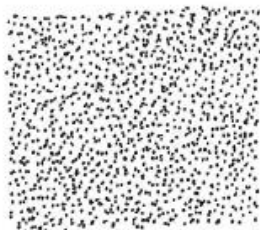
plakans augļķermenis

Bazīdijsporas veidojas **himēnijā** (sporas veidojošā šūnu kārtā). Starp bazīdijiem atrodas cistīdas, lielas, sterilas šūnas, kuru nozīme nav skaidra.

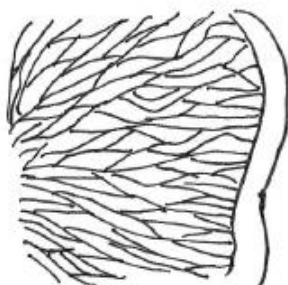


Himēnijs var būt stobriņveida, adatveida, labirintveida, lapiņveida, gluds; tā virsma var būt nelīdzena vai kārpaina.

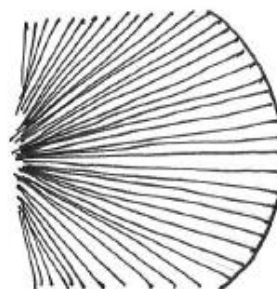
Biežāk sastopamie himenofora veidi



porains



labirintveida



lapiņveida

Nozīmīgas rindas un ģintis, piemēri

Agaricales

- ◇ *Armillaria* spp. (celmenes) – saprotrofi uz celmiem, ierosina sakņu trupi skujkokiem un citiem augiem.
- ◇ *Pleurotus* spp. (sānauses) – saprotrofi uz veciem celmiem, atmirušas koksnes.
- ◇ *Agaricus* spp. (atmatenes) – saprotrofi.
- ◇ *Amanita* spp. (mušmīres) – saprotrofi.
- ◇ *Lycoperdon* spp. (pūpēži) – saprotrofi.
- ◇ *Typhula* spp. – graudaugu patogēni, ierosina pelēko sniega pelējumu. Attīstības ciklā ir sklerociji.

Russulales

- ◇ *Heterobasidion* spp. (sakņu piepes) – sakņu trupes ierosinātājs, inficē galvenokārt skujkokus, taču var būt postīgs arī lapu kokiem.
- ◇ *Russula* spp. – pieder dažādas bērzlapes, kas ir saprotrofī, mikorizas veidotājas.

Boletales

- ◇ *Boletus* spp. – piemēram, bekas – mikorizas veidotājas.
- ◇ *Coniophora* spp. – piemēram, *C. puteana* – iebūvētas koksnes noārdītāja.
- ◇ *Serpula* spp. – piemēram, *S. lacrymans* – iebūvētas koksnes noārdītāja.

Cantharellales

- ◇ *Cantharellus* spp. – piemēram, *Cantharellus cibarius* – parastā gailene.
- ◇ *Rhizoctonia solani* – nozīmīgs augu patogēns, ierosina kartupeļu melno kraupi, dīgstu un sējeņu izkrišanu, melno puvi.

Polyporales

- ◇ *Fomitopsis* spp. (apmalpiepes u.c.) – piemēram, *F. pinicola* (parastā apmalpiepe) – koku trupes ierosinātāja.
- ◇ *Laetiporus* spp. – piemēram, *Laetiporus sulphureus* – parastā sērpiepe, koku trupes ierosinātāja.
- ◇ *Ganoderma* spp. – piemēram, *Ganoderma applanatum* – parastā plakanpiepe, koksnes noārdītāja.

Hymenochaetales

- ◇ *Inonotus* spp. – piemēram, *Inonotus obliquus* – bērza spulgpiepe, koku trupes ierosinātāja.
- ◇ *Phellinus* spp. – piemēram, *Phellinus chrysoloma* – egļu cietpiepe, nozīmīga trupes ierosinātāja.

Phallales

- ◇ *Phallus* spp. – piemēram, *Phallus impudicus* – parastie zemestauki.

6.3. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Iepazīties ar *Agaricomycotina* rindas sēņu uzbūvi un ekoloģisko nozīmi.

7. *MUCOROMYCOTA* un *CHYTRIDIOMYCOTA*

MUCOROMYCOTA

Mucoromycotina apakšnodalījumā ir dažādas sēnes, un vairums no tām ir saprotrofi vai vāji parazīti. Raksturīga labi attīstīta **sēnotne bez šķērssienu**; vairojas bezdzimumceļā ar **sporangijsporām**, dzimumceļā – ar **zigosporām**.

Mucorales rinda. Sēnes ierosina pelējumu sēklām (tajā skaitā arī koku un krūmu), dārzeņiem, augļiem un pārtikas produktiem.

Nozīmīgākās ģintis: *Mucor* un *Rhizopus*.

Glomeromycotina apakšnodalījumā ir sēnes, kas veido mikorizu. Nozīmīgākā ģints – *Glomus*.

Entomophthoromycotina apakšnodalījuma sēnes parasti ir kukaiņu parazīti. Nozīmīgākā ģints – *Entomophthora*, kas inficē laputis, mušas un citus kukaiņus. Šis ģints sēnes izmanto bioloģiskajā augu aizsardzībā.

CHYTRIDIOMYCOTA

Vairums *Chytridiomycota* nodalījuma sēņu ir saprotrofi, bet augu patogēni ir obligātie parazīti. Sēņu veģetatīvais ķermenis ir kails **vienšūnas protoplasts** vai aizmetņa tipa sēnotne. Vairojas ar **zoosporām**, saglabājas ar **snaudsporām**.

Nozīmīgākie augu patogēni

Olpidiaster brassicae ierosina kāpostu dēstu melnkāju. Kāpostu dēstu melnkāja inficē kāpostu dēstus dažādās to attīstības fāzēs. Sakņu kakliņš melnē, pūst. Dēsti zaudē turgoru, dzeltē un vīst, līdz aiziet bojā. Saglabājas snaudsporas, bet inficēšanās notiek ar zoosporām, kas veidojas labvēlīgos apstākļos, dīgstot snaudsporām.

Synchytrium endobioticum ierosina kartupeļu vēzi; tā ir karantīnas slimība. Uz bumbuliem, saknēm, stoloniem, reizēm arī uz apakšējām lapām, veidojas izaugumi – sākumā gaiši, vēlāk tumši. Izaugumi nereti ir lielāki nekā bumbuli. Patogēns izplatās ar zoosporām un saglabājas ar snaudsporām.

7. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Apgūt *Mucoromycota* nodalījuma sēņu uzbūvi, vairošanās un attīstības īpatnības un zināt nozīmīgākos pārstāvjus.
- ✓ Apgūt *Chytridiomycota* nodalījuma sēņu uzbūves un bioloģiskās īpatnības un iepazīties ar slimību simptomiem, ko ierosina šīs sēnes.

8. CHROMISTA

Mikroorganismiem no *Chromista* valsts šūnapvalki satur celulozi; tiem ir atšķirīgi enzīmi (fermenti) un līdz ar to arī vielmaiņas procesi ir atšķirīgi.

Augu patogēni pieder *Oomycota* nodalījumam. *Oomycota* nodalījuma patogēniem ir labi veidota, zarota, tomēr bez šķērssienu, sēņotne ar daudziem kodoliem. Vairojas dzimumceļā ar **oosporām** un bezdzimumceļā ar **konīdijām** vai **zoosporām**. Sēnes ziemo vai nu ar oosporām, vai micēliju augu atliekās.

Oomycota patogēnu ierosināto augu slimību attīstība ir atkarīga no mitruma, jo sporas spēj dīgt tikai ūdens pilienā.

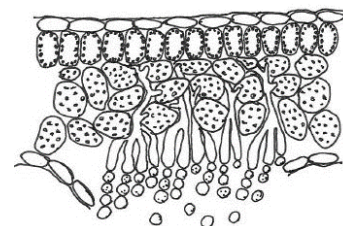
Daudzi *Oomycota* nodalījuma patogēni veido zoosporas vai arī dīgst kā atsevišķa spora (dažreiz tās sauc par konīdijām) atkarībā no vides apstākļiem.

Augu patogēni pieder trim rindām: *Saprolegniales*, *Albuginales* un *Peronosporales*.

Saprolegniales rindas organismi vairumā gadījumu sastopami kā saprotrofi ūdenī vai mitrā augsnē. *Aphanomyces cochlioides* ir augu patogēns, kas izraisa dīgstu melnkāju.

Albuginales rindā augu slimības izraisa *Albugo* ģints mikroorganismi, piemēram, *Albugo candida* izraisa baltkrevis mārūtkiem un citiem krustziežiem. Labi attīstīts micēlijs, kas veidojas auga starpšūnu telpā; barības vielas uzsūc ar haustoriju palīdzību.

Sporas veidojas uz **īsiem sporu nesējiem, kas paliek iegremdēti augu audos**. Sporas sākumā veidojas zem auga epidermas, vēlāk epiderma pārplīst un uz bojātajām auga daļām redzamas baltas pustulas (sporu sakopojumi).

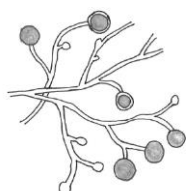


8.1. PERONOSPORALES RINDA

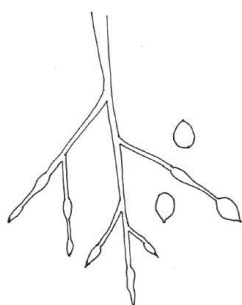
Peronosporales rindā ir vairākas ģintis, kurām pieder nozīmīgi augu patogēni.

Dažas mikroorganismu ģintis, kas pieder *Peronosporales* rindai, var identificēt pēc to sporu nesējiem.

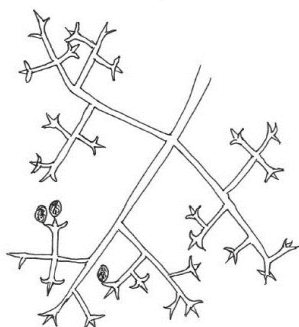
Peronosporales mikroorganismu sporu nesēju uzbūve



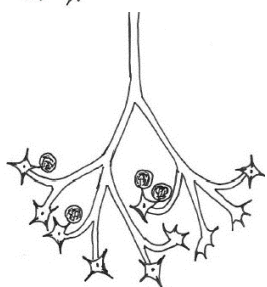
Pythium ģints. Zoosporangiji attīstās uz nespecializētiem vai vāji specializētiem hifu atzarojumiem



Phytophthora ģints. Konīdijnesēji vai zoosporangiji ir vienkārt zaroti, galiņš noapaļots.



Plasmopara ģints. Konīdijnesēji ir dihotomiski zaroti, to galiņi ir trīsšuburaini, zarojas taisnā leņķī.



Bremia ģints. Konīdijnesēji ir dihotomiski zaroti, to galotnes ir kausveidīgi paplašinātas, ar 2–8 zobīņiem.



Peronospora ģints. Konīdijnesēji zarojas dihotomiski, to galiņi sirpjveidīgi noliekti, smaili.

Pythium ģintī ir vairāki desmiti sugu, galvenokārt augu patogēni, taču ir arī atsevišķi dzīvnieku patogēni. *Pythium* spp. parasti ir plaši specializēti, saglabājas augsnē augu atliekās, visbiežāk inficē novājinātus dīgļstus. Attīstības ciklā liela nozīme ir oosporām, bet veģetācijas laikā izplatās ar zoosporām.

Micēlijs attīstās substrātā vai virs tā; haustorijas neveidojas. Zoosporangiji attīstās uz nespecializētām (neatšķiras no pārējā micēlija) vai vāji specializētām hifām.

- ◇ *Globisporangium debaryanum*, iepriekš *Pythium debaryanum*, izraisa dīgļu puvi dažādiem augiem; viens no nozīmīgākajiem patogēniem šajā ģintī.

Phytophthora ģints ir viena no saimnieciski un bioloģiski postīgākajām ģintīm – vairākas sugas rada ne tikai ražas zudumus, bet ir bīstamas ekosistēmai.

Pašreiz aprakstītas 170 sugas, bet uzskata, ka ir vēl vismaz 100 sugas, kas nav identificētas un aprakstītas.

Phytophthora ģints mikroorganismi attīstības ciklā var veidot oosporas, konīdijas, zoosporas un hlamidosporas.

- ◇ *Phytophthora infestans* ierosina kartupeļu lakstu puvi un tomātu augļu brūno puvi. Pirmās pazīmes novērojamas uz lapām, atsevišķos gadījumos arī uz stublājiem. Lapas virspusē – brūni plankumi; apakšpusē, uz robežas starp veselajiem un slimajiem audiem attīstās pelēki violeta apsarme, kas veidojas no sēnes sporu nesējiem. Ar konīdijām vai zoosporām (ar ūdens pilienu palīdzību) slimība izplatās no auga uz augu un no viena tīruma uz otru. Lietus ieskalo sporas augsnē, kur tās inficē kartupeļu bumbuļus. Slimības ierosinātājs saglabājas bumbuļos un augu atliekās. Atsevišķos gadījumos veidojas oosporas, kas pārziemo augsnē vai augu atliekās.
- ◇ Citas *Phytophthora* sugas izraisa koku kalšanu, sakņu puves, plankumainības un iedegas dažādiem saimniekaugiem.

***Plasmopara* spp., *Peronospora* spp., *Bremia* spp., *Pseudoperonospora* spp., *Hyaloperonospora* spp. u.c. ierosina neīstās miltrasas.**

Neīstās miltrasas galvenokārt skar jaunas zaļas lapas, dzinumus vai pat augļus.

Labvēlīgi apstākļi – brīvs ūdens uz lapām, augsts gaisa mitrums un mērenas temperatūras. Šādos apstākļos tās izraisa lielus zudumus īsā laika periodā.

Tipiska pazīme – lapas virspusē hlorotiski plankumi, lapas apakšpusē apsarme, kas sastāv no sporu nesējiem, kuri izspraucas no atvārsnītēm. Dažādos literatūras avotos runā par konīdijām, zoosporām un sporangijiem. Visi šie sporu veidi ir iespējami, un tas ir atkarīgs gan no patogēna sugas, gan no meteoroloģiskajiem apstākļiem. Šiem mikroorganismiem ir labi attīstīts micēlijs, kas attīstās starpšūnu telpā; barības vielas uzsūc ar haustorijām.

Veģetācijas periodā vairojas ar bezdzimumsporām; saglabājas oosporu veidā. Sporu nesēji pēc uzbūves krasi atšķiras no veģetatīvajām hifām – tie ir dihotomi zaroti.

8. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Atpazīt neīstās miltrasas un dīgļu puves simptomus.
- ✓ Pēc sporu nesēju uzbūves identificēt slimības ierosinātājus no *Oomycota* nodalījuma.

9. PROTOZOA

Protozoa valstij pieder viensūnas organismi, kuru ķermeņi veido daudzkodolaina citoplazmas masa bez šūnapvalka (plazmodijs); vairojas ar divviciņu zoosporām un saglabājas ar snaudsporām.

Šai valstij pieder arī gļotsēnes (*Myxomycota*) – saprotrofi organismi, kas sastopami galvenokārt uz augu atliekām.

Saimnieciski nozīmīgs ir *Plasmodiophorida* (iepriekš – *Plasmodiophoromycota*) nodalījums, kurā ietilpst daži augu patogēni.

Šī nodalījuma organismi izplatās ar zoosporām, kas iekļūst saimniekauga šūnās, un tajās attīstās sekundārās zoosporas, kuras atkal inficē nākamās šūnas. Šis cikls atkārtojas vairākkārt, un tālāk izveidojas plazmodijs, kas vēlāk sairst atsevišķās sporās ar biezu šūnapvalku – snaudsporās. Snaudsporas izklūst no auga audiem pasīvi, tiem sadaloties. Snaudsporām dīgstot, veidojas zoosporas.

Nozīmīgākie patogēni:

- ◇ *Plasmodiophora brassicae* ierosina krustziežu sakņu augoņus. Slimības ierosinātājs saglabājas augsnē ar snaudsporām. Snaudsporas dīgst, veido zoosporas un inficē kāpostu saknes. Patogēna darbība izraisa strauju šūnu dalīšanos un augšanu, kā rezultātā uz saknēm veidojas izaugumi;
- ◇ *Spongospora subterranea* ierosina kartupeļu irdeno kraupi.

9. DARBA UZDEVUMS

- ✓ Apgūt *Protozoa* klases organismu uzbūves un bioloģiskās īpatnības un iepazīties ar slimību simptomiem, kurus ierosina šie patogēni.

10. PRAKTISKĀ IESKAITE

DARBA UZDEVUMS

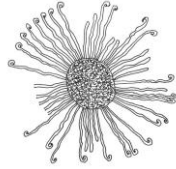
Izmantojot laboratorijas darbu burtnīcu un savas piezīmes, dotajos paraugos diagnosticējiet slimības pēc to simptomiem un identificējiet ierosinātājus pēc to vairošanās orgānu uzbūves.

Ierosinātāja identifikācijas līmenis (nodalījums, rinda, ģints) ir atkarīgs no paraugā redzamajiem simptomiem un ierosinātāja vairošanās orgānu esamības.

* Ja paraugā ir redzama rūsas ecidiālā stadija, tad ierosinātāja identifikācija iespējama tikai līdz nodalījumam un rindai.

* Ja paraugā redzama tikai *Ascomycota* sēņu konidiālā stadija, tad identifikācija iespējama tikai līdz nodalījuma līmenim, bet jābūt precīzam konīdiju un to novietojuma aprakstam (apsarme, apmāļi vai piknīdas) un zīmējumam.

* Ja paraugā redzami hasmotēciji, tad iespējama *Ascomycota* teleomorfas identifikācija.

Parauga Nr.	Simptomu apraksts	Slimības nosaukums	Vairošanās orgānu apraksts un zīmējums	Slimības ierosinātājs, tā sistemātiskā piederība*
Paraug Nr. 1	Balta apsarme ar melnām lodītēm	Miltrasa	Hasmotēcija piedēkļu galiņi ieritināti 	<u>Nodalījums:</u> <i>Ascomycota</i> <u>Rinda:</u> <i>Erysiphales</i> <u>Ģints:</u> <i>Uncinula</i>

IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN INTERNETA RESURSI

1. Agrios G.N. (2005) *Plant Pathology*, 5th edition, Elsevier, 922 p.
2. Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell M. (1996) *Introductory mycology*, 4th edition, John Wiley&Sons, 869 p.
3. *Augu slimības*. (2003) B. Bankinas red. Jelgava, LLU, 247 lpp.
4. Bankina B., Bimšteine G. (2014) *Praktikums vispārējā augu patoloģijā*, Jelgava, LLU, 28 lpp.
5. Bankina B., Bimšteine G. (2014) *Exercises in basic plant pathology*, Jelgava, LLU, 27 p.
6. Barnett H.L., Hunter B.B. (2003) *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. APS Press, 215 p.
7. Eglītis M. (1938) *Augu slimības*. Zemnieka Domas, 447 lpp.
8. Glawe A. (2008) The powdery mildews: a review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 46, p. 27–51.
9. Heffer V., Johnson K.B., Powelson M.L., Shishkoff N. (2006) Identification of powdery mildew fungi. *The Plant Health Instructor*.
10. Hibbert et al. (2007) A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*, Vol. 111 (5), p. 509–547.
11. Miežīte O. (2017) *Meža aizsardzība. 2. daļa. Meža fitopatoloģija*. Jelgava, studentu biedrība "Šalkone", 175 lpp.
12. Rossmann A. Y. (2014) Lessons learned from moving to one scientific name for fungi. *IMA Fungus*, Vol. 5(1), p. 81–89.
13. Schumann G.L., D'Arcy C.J. (2006) *Essential Plant Pathology*. APS Press, 336 p.
14. Tronsmo A.M., Collinge D.B., Djurle A., Munk L., Yuen J., Tronsmo A. (2020) *Plant Pathology and Plant Diseases*. CABI, 438 p.
15. Ulloa M., Hanlin T. (2002) *Illustrated Dictionary of Mycology*. APS PRESS, p. 447.
16. Webster J., Weber R.W.S. (2007) *Introduction to Fungi*. Cambridge University Press, 839 p.
17. <http://tolweb.org/Fungi/2377>
18. <http://tolweb.org/Stramenopiles/2380>
19. <https://microbiologysociety.org/why-microbiology-matters/what-is-microbiology/protozoa.html>
20. <https://www.efpp.net>
21. <http://www.ima-mycology.org>
22. <https://www.bspp.org.uk>