

VJEŽBE IZ FARMACEUTSKE BOTANIKE

SISTEMATIKA

interna skripta u izradi
akad. god. 2005/2006.

Kroata Hazler Pilepić

Zavod za farmaceutsku botaniku
Farmaceutsko - biokemijskog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu

SADRŽAJ:

Sistematika		2
Podcarstvo	Thallophyta, stelnjjače	3
Odjeljak	Phycophyta, alge, resine	3
Odjeljak	Lichenes, lišajevi	3
Podcarstvo	Cormophyta, stablašice	4
Odjeljak	Bryophyta, mahovine	4
Odjeljak	Pteridophyta, papratnjače	5
Odjeljak	Spermatophyta, sjemenjače	6
Pododjeljak	Coniferophytina, igličaste golosjemenjače	7
Pododjeljak	Magnoliophytina, kritosjemenjače	8

SISTEMATIKA

Sistematika biljaka grana je botanike koja na temelju srodnosti razvrstava biljne organizme u odgovarajuće skupine. Gotovo sve biljke pripadaju carstvu Eukariota podcarstvu Plantae, a klasificiraju se prema sljedećim taksonomskim kategorijama:

Vrsta - najniža taksonomska kategorija (iako u okviru mnogih vrsta postoje i niže kategorije npr. podvrste, varijeteti, kultivari)

Rod - obuhvaća srodne vrste

Porodica - obuhvaća srodne rodove, a ime dobiva prema jednom od rodova

Red - obuhvaća srodne porodice, dobiva ime prema jednoj od pripadajućih porodica

Razred - obuhvaća srodne redove

Odjeljak - obuhvaća srodne razrede

Prema suvremenoj klasifikaciji živog svijeta na Zemlji postoje 2 carstva: Prokariota i Eukariota. Carstvo Eukariota obuhvaća 4 podcarstva: Protista, Plantae, Fungi i Animalia.

Klasična se biljna sistematika donekle razlikuje od suvremene te su prema njoj biljke svrstane u zasebno carstvo u koje pripadaju i jednostanične alge kao i gljive, a carstvo se dijeli u dva podcarstva:

Thallophyta, steljnjake, "niže biljke"

tijelo, steljka nije raščlanjeno

na vegetativne organe - korijen, stablo i

listove

u ovu skupinu pripadaju alge, gljive i lišajevi

Cormophyta, stablašice, "više biljke"

tijelo je raščlanjeno

na vegetativne organe - korijen,

stablo i listove

u ovu skupinu pripadaju

mahovine, papratnjače i

sjemenjače

U većini se suvremenih botaničkih udžbenika još uvijek primjenjuje klasična sistematska podjela te ćemo i u okviru kolegija Farmaceutska botanika zadržati tu klasifikaciju.

Podcarstvo Thallophyta, steljnjache
Odjeljak Phycophyta, alge

Alge su velika i raznolika skupina autotrofnih organizama koji žive u vodenim ili vlažnim staništima. Obuhvaćaju jednostanične organizme veličine 0,2 do 2 μm i višestanične organizme od kojih neki mogu doseći divovske dimenzije (npr. *Laminaria* do 60 m). Alge dijelimo u 7 razreda, a jedan od kriterija klasifikacije višestaničnih odvedenijih vrsta je sastav pigmenata u plastidima. Zelene alge imaju kloroplaste, smeđe alge imaju u stanicama feoplaste, plastide sa visokim sadržajem fukoksantina, smeđeg pigmenta koji prekriva klorofil, a crvene alge imaju rodoplaste sa crvenim pigmentom fikoeritriinom.

Razred Phaeophyceae, smeđe alge

Vrsta *Fucus virsoides*, *Fucaceae* - jadranski bračić

Kao predstavnika smeđih algi proučit ćemo *Fucus virsoides*, jadranski bračić, *Fucaceae*, endemičnu jadransku vrstu koja živi pričvršćena na kamenitu podlogu u zoni plime i oseke, a indikator je čistog mora.

Steljka je bračića djelomično diferencirana pa razlikujemo stopalo kojim je alga pričvršćena za podlogu, kauloid koji nalikuje stabljici i dihotomski se grana u proširene i plosnate filoide koji nalikuju listovima. U filoidima su zračni mjehuri, a na površini udubine konceptakuli u kojima su sterilnim nitima (parafizama) zaštićeni rasplodni organi: ženski oogoniji i muški anteridiji. Oogoniji su veliki, kratkog drška i u njima se mejozom stvaraju haploidne jajne stanice. Anteridiji su manji, na dugim, tankim i razgranjenim drškama, a u njima se redukcijom stvaraju spermatozoidi s bičevima. Ti rasplodni organi predstavljaju reducirani gametofit (spolnu fazu). Oplodnjom nastaje diploidna jedinka alge koja predstavlja nespolnu generaciju (sporofit). Predstavnici roda *Fucus* unutar smeđih algi predstavljaju vrhunac redukcije gametofita jer je on sveden na same gamete (jajna stanica i spermatozoidi s bičevima) i nalazi se na trajnom sporofitu.

Podcarstvo Thallophyta, steljnjache
Odjeljak Lichenes, lišajevi

Lišajevi su u morfološkom i fiziološkom smislu samostalna zajednica mikobionta (= gljive) i fotobionta (= alge i/ili modrozelenne alge). Kao mikobionti u lišajevima su najčešće gljive mješinarke, rijede stapčarke (mala skupina tropskih i subtropskih lišajeva), ali ponekad i tkzv. Fungi imperfecti, niže gljive, dok su fotobionti alge i modrozelenne alge zastupljene brojnim vrstama. Lišajeva ima oko 13 000, a sistematika je analogna sistematici gljiva. U zajednici gljive i alge nastaju spojevi

svojstveni samo lišajevima, a neki od njih imaju primjenu u ljekarništvu. Lišajevi su gotovo jedini stanovnici ledenih pustinja (podnose temp i do -196°C), rastu vrlo polagano, a neki su indikatori onečišćenja zraka.

Prema obliku steljke razlikujemo koraste, zrnate, listaste i grmaste lišajeve, a prema podlozi za koju su pričvršćeni terestričke (na tlu), epilitske (na stijenama) i epifitske (na drugim biljkama).

U anatomskom smislu steljku lišaja koja se sastoji se od hifa (stanica gljiva) i stanica algi možemo podijeliti na koru i srž. Hife su gusto isprepletene na površini lišaja tvoreći koru ispod koje su smještene fotosintetski aktivne stanice algi. U središtu steljke je srž u kojoj se skladište voda i pričuvne tvari, a građena od rijetko isprepletanih hifa.

Razred Ascolichenes

Vrsta *Cetraria islandica*, *Parmeliaceae* - islandski lišaj

Vrsta lišaja koju ćete proučiti je islandski lišaj - *Cetraria islandica*, *Parmeliaceae*, grmasti terestrički lišaj čest u hladnim predjelima sjeverne Europe, ali i u planinskim područjima cijele Europe (u Hrvatskoj na Velebitu, Risnjaku).

Na površini steljke uočljivi su soraliji, jastučaste nakupine hife i algi bez posebnog ovoja, pomoću kojih se lišaj vegetativno (nespolno) razmnožava.

Podcarstvo Cormophyta, stablašice

Odjeljak Bryophyta, mahovine

Mahovine su najprimitivnije više biljke, s predstavnicima čije je tijelo još uvijek u obliku steljke (talozne mahovine), ali i sa odvedenijim vrstama koje imaju izdanak raščlanjen na stablo i listove (foliozne mahovine) poput pravih stablašica. Mahovine su kopnene biljke koje žive na vlažnim mjestima (šume, tresetišta). Važno je spomenuti da primitivnije mahovine još nemaju razvijene žile, već se provodnja vode i tvari odvija kapilarno, dok su odvedenije vrste razvile stanice za provodnju vode - hidroide, te za provodnju asimilata - leptoida.

Za mahovine je karakteristična izmjena generacija koja je obrnuta u odnosu na sve druge biljke : gametofit je dominantna generacija na kojoj se kao reducirana generacija razvija sporofit.

Razred Bryatae (=Musci), prave mahovine

Vrsta *Polytrichum sp.*, *Polytrichaceae* - vlasak,

vrlo je česta mahovina koja raste na vlažnom šumskom tlu. Trajni, dominantni oblik vlasaka je gametofit koji se sastoji od kaluoida, filoida i rizoida, a izrasta iz prokličnice (protoneme). Na vrhu gametofita (obično na zasebnim jedinkama), skriveni

između filoida, razvijaju se arhegoniji i anteridiji. Nakon oplodnje na ženskom gametofitu izrasta sporofit koji se sastoji od sporangija na dugom dršku (seta). Nedo zreli sporangij prekriven je zaštitnom kaliptrom, zreli sporangij gubi kaliptru, za suhog vremena otvaraju se poklopčić i zubići peristoma pa se spore rasipaju. U vlažnim uvjetima iz spore se razvija prokličnica.

Podcarstvo Cormophyta, stablašice

Odjeljak Pteridophyta, papratnjače

Papratnjače su razvijene i rasprostranjene kopnene biljke iako su, poput mahovina, najzastupljenije u vlažnim i toplim predjelima. Tijelo papratnjača sastoji se od organa tipičnih za stablašice: korijena, stabla i listova, no cvijet ne razvijaju. Stablo je najčešće podzemno (podanak) i iz njega izbijaju nadzemni pojedinačni listovi i podzemni adventivni korijenčići. Imaju potpuno razvijeno pokrovno i provodno staničje.

I u papratnjača se jasno uočava izmjena dviju generacija - sporofita, koji je razvijeniji, i reduciranog gametofita. Gametofit, spolna generacija (haploidna faza) je samostalna tvorevina - PROTALIJ na kojemu se razvijaju arhegoniji i anteridiji, tj. ženski i muški spolni organi. Nakon oplodnje jajne stanice pokretnim spermatozoidom, razvija se sporofit (diploidna faza). To je zelena, nadzemna faza razvoja papratnjača građena od korijena, stabla i listova. Na listovima se razvijaju sporangiji sa sporama. U razvijenijih papratnjača sporangiji se nalaze u skupinama SORIMA (jed. SORUS), a smješteni su na naličju trofosporofila (listovi koji asimiliraju i nose spore). Sori su često zaštićeni prevlakom koja se naziva VEO ili INDUZIJA, a može biti različitog oblika, svojstvenog pojedinoj vrsti papratnjače. Iz spore se u dovoljno vlažnim uvjetima razvija gametofit (protalij).

Razred Equisetatae - preslice

Vrsta *Equisetum arvense* L, *Equisetaceae* - poljska preslica

Gametofit preslice sastoji se od dva protalija: ženskog ili makroprotalija na kojem se razvijaju izbočeni arhegoniji u obliku boce s jednom jajnom stanicom, i muškog ili mikroprotalija na kojemu se u udubljenjima razvijaju kuglasti anteridiji s policilijatnim (s više bičeva) zavojitim spermatozoidima. Makro- odnosno mikroprotaliji razvijaju se iz dvovrsnih spora - makro- odnosno mikrospora (heterospore). Nakon oplodnje razvija se sporofit.

Sporofit se sastoji se od dviju vrsta izdanaka (sezonski dimorfizam) - proljetnog fertilnog i ljetnog sterilnog. Oba izbijaju iz trajnog podanka. Proljetni je građen od smeđe člankovite, nerazgranjene stabljike koja u člancima nosi ljuskaste

listiće, a na vrhu STROBILUS - skupinu sporofila. Sporofili su štitasti, a s njihove donje strane nalazi se 5 - 10 sporangija sa sporama. Stijenke spora tvore dvije niti - HAPTERE koje su u vlažnom stanju omotane oko spore, a u suhom ispružene i isprepletene sa hapterama drugih spora čime se doprinosi njihovu rasprostiranju na veće udaljenosti i u većim skupinama.

Ljetni je izdanak sterilan, građen od zelene, člankovite i razgranjene stabljike koja u člancima nosi male ljuskaste listove. Uloga ljetnog izdanka je asimilacija i pohrana viškova u podanak.

Razred Filicatae - prave paprati

Vrsta *Polypodium vulgare* L *Polypodiaceae* - oslad

Protalij (gametofit) srcastog je oblika, veličine 1 do 2cm, a razvija se iz izospora. U gornjem dijelu protalija razvijaju se arhegoniji u obliku boce s jednom jajnom stanicom. U donjem dijelu, između skupine korijenčića (rizoida) razvijaju se kuglasti anteridiji, a u njima policilijatni (s više bićeva) spermatozoidi. Nakon oplodnje razvija se sporofit građen od podanka iz kojeg izbijaju korijenčići i pojedinačni jednostruko perasti listovi. Na listovima se s naličja, duž isperaka prvog reda, razvijaju nizovi okruglih sora bez zaštitnog vela. Pojedini sporangij građen je od glavice i drška. Glavica je obavijena stijenkom od dviju vrsta stanica. Dio stanica, odebljelih donjih i postranih stijenki, tvore PRSTEN ili ANULUS koji je necjelovit te je na jednom dijelu prekinut stanicama tankih stijenki - USTIMA koja su mjesto otvaranja sporangija. Mehanizam otvaranja sporangija je sljedeći: sazrijevanjem spora stanice gube vodu pri čemu se prsten steže, a zbog napetosti ovoj puca te se spore rasipaju.

Podcarstvo Cormophyta, stablašice

Odjeljak Spermatoophyta, sjemenjače

Sjemenjače su biljke koje su razvojem cvijeta kao i tvorevine za rasprostiranje - sjemenke osigurale dominaciju u biljnom svijetu. Danas postoji 250 - 300 000 vrsta sjemenjača, koje mogu biti drvenaste ili zeljaste, jednogodišnje ili trajnice, a njihova se sistematika u najvećoj mjeri temelji na građi cvijeta. U sjemenjača prisutna je izmjena generacija, dominantan oblik je sporofit dok je gametofit skriven u cvijetu, reduciran i potpuno ovisan o sporofitu.

Odjeljak sjemenjača dijeli se na 3 pododjeljka - Coniferophytina, Cycadophytina i Magnoliophytina.

Ovaj pododjeljak obuhvaća petstotinjak drvenastih biljaka (grmova ili drveta), igličastih ili ljuskastih listova koje su rasprostranjene uglavnom u umjerenoj i borealnoj regiji. Raspored listova primarno je spiralan, a u odvedenijih vrsta nasuprotan ili pršljenast. U građi rasplodnog organa ČEŠERA uočava se predstadij razvitka cvijeta. Sjemeni zameci smješteni su na otvorenim plodničkim listovima koji su srasli sa sterilnim pokrovnim listovima (za koje se smatra da su preteča listova ocvijeća). U većine igličastih golosjemenjača više je parova pokrovnih i plodničkih listova, između kojih se nalazi sjemeni zametak, poredani su zavojito tvoreći ženski ili plodnički češer ("cvijet"). Muški ili prašnički češer sastoji se od prašničkih listova koji nose peludnice, poredani su oko "cvjetne osi", a u donjem dijelu obavijeni sterilnim ljuskavim listovima. Nakon oplodnje iz sjemenog zametka se razvija sjemenka, a pokrovni i plodnički list odrvene u zreli drvenasti češer.

Razred Pinatae

Podrazred Pinidae

Vrsta *Juniperus communis* L. *Cupressaceae* - borovica

Borovica je vazdazeleni grm igličastih listova koji su skupljeni po 3 u pršljenu. Listovi s lica imaju bijelu prugu. Borovica je dvodomna biljka, ženska jedinka nosi ženske češere koji se sastoje od tri sjemena zametka smještena na tri plodnička lista, a obavijena su velikim brojem sterilnih ovojnih listova. Na muškoj se jedinki razvijaju muški češeri koji su građeni od brojnih ljuskastih prašničkih listova koji nose 3-4 peludnice. Na donjem dijelu osi muškog češera poredani su ljuskasti ovojni listovi. Borovica se oprašuje vjetrom (anemogamija). Nakon oplodnje iz tri sjemena zametka razvijaju se tri sjemenke, a tri plodna lista srastu u mesnati ovoj pri čemu nastaje bobičasti češer - BOBULJA ILI GALBULUS. Zrela je bobulja modre boje i na gornjoj je strani uočljiv trokraki šav sraštavanja plodničkih listova.

Razred Pinatae

Podrazred Taxidae

Vrsta *Taxus baccata* L. *Taxaceae* - tisa

Tisa je dvodomna biljka, stablo ili grm, igličastih listova kratko ušiljena vrha koji su u spiralnom rasporedu. Ženski se češer sastoji od sjemenog zametka u obliku boce smještenog na reduciranom plodničkom listu. Sjemeni je zametak građen od nucela - makrosporangij sa embrionskom vrećom (ženski gametofit) i ovoja integumenata. Obavijen je brojnim ovojnim listovima tako da na vrhu češera viri samo njegov vrh mikropila - mjesto hvatanja peludnih zrna. Muški se češer sastoji od spiralno poredanih prašničkih listova u gornjem i ovojnih listova u donjem dijelu. Prašnički listovi imaju oblik štita s čije donje strane visi 5 - 8 peludnica (peltatni

prašnici). Oprašivanje je anemogamno, nakon oplodnje iz sjemenog zametka nastaje sjeme, a reducirani plodnički list razvija se u sočni crveni ovoj - ARILUS, jedini jestivi dio biljke (ostali dijelovi sadrže otrovne alkalioide).

Pododjeljak Magnoliophytina, kritosjemenjače

Ovaj pododjeljak obuhvaća vrlo veliku i raznoliku skupinu biljaka s razvijenim cvijetom.

Cvijet

Cvijet je generativni biljni organ koji se sastoji od cvjetne stapke, cvjetišta, ocvijeća, tučka i prašnika. (Vidi shemu u prilogu).

Ocvijeće može biti:

1 - jednostavno ocvijeće, PERIGON, građeno od istovrsnih elemenata, listova ocvijeća (*TEPALA*). Listovi ocvijeća često se oblikom i bojom razlikuju od pravih listova, mogu biti nalik laticama te se ocvijeće naziva korolinično (*corola* - vjenčić), ili lapovima te se naziva kalicinično (*calyx* - čaška).

2 - dvostruko ocvijeće, PERIANT, građeno od dvaju različitih tipova listova, lapova koji tvore čašku i latica koje tvore vjenčić. Latice mogu stajati slobodno na cvjetištu - horipetalno ocvijeće ili latice mogu međusobno srasti - simpetalno ocvijeće. Srasti međusobno mogu i lapovi.

Tučak se sastoji od plodnice, vrata i njuške. Plodnica je nastala sraštavanjem jednog ili više plodničkih listova. Svi plodnički listovi jednog cvijeta čine ginecej. APOKARPNA plodnica nastala je sraštavanjem samo jednog plodničkog lista, a CENOKARPNA sraštavanjem dva ili više plodničkih listova, stvaranjem pregrada (SINKARPNA) ili bez pregrada (PARAKARPNA). U odnosu na cvjetište, plodnica može biti NADRASLA (simbol u cvijetnoj formuli $G_{(n)}$, n je broj plodničkih listova) - smještena je na vrhu cvjetišta, PODRASLA ($G_{(n)}$) - plodnica je smještena u udubljenom cvjetištu i s njime je srasla, OBRASLA ($G_{-(n)}$) - plodnica je smještena u udubljenom cvjetištu, no nije s njime srasla. U plodnici se nalazi jedan ili više sjemenih zametaka, u svakom je embrionska vreće sa 8 stanica.

Prašnici su građeni od prašničke niti koja nosi prašnicu sastavljenu od dviju poluprašnica povezanih konektivom. Svaka poluprašnica ima dvije polenovnice u kojima se stvara polen (sa 3 stanice polenove nješinice). U nekih vrsta prašnici mogu međusobno srasti prašnicama ili prašničkim nitima, ili mogu srasti s ostalim dijelovima cvijeta, najčešće vjenčićem.

U cvijetu je skrivena reducirana spolna generacija, gametofit. U embrionskoj vreći (makrospori) 3 stanice jajnog aparata od kojih je jedna jajna stanica, 2 sinergide i 3 antipode predstavljaju ženski gametofit, dok je muški gametofit

skriven u peludnim zrcima (mikrosporama) a građen je od vegetativne i generativne stanice (generativna se stanica tijekom klijanja polenove mješinice podijeli u 2 spermalne stanice).

Plod

Plod je organ za raspostiranje koji se razvija nakon dvostruke oplodnje, a sastoji se od USPLOĐA i SJEMENKE. Sjemenka se sastoji od klice, endosperma i sjemene lupine. Klica nastaje oplodnjom jajne stanice, a hranjivo staničje, endosperm oplodnjom sekundarnih jezgara. Klica i endosperm obavijeni su zaštitnom sjemenom lupinom koja nastaje od integumenata. Usplode se sastoji od eksokarpa, mezokarpa i endokarpa. Ako se usplode razvija iz plodnice - plod je PRAVI. U NEPRAVOG se ploda usplode razvija i od drugih dijelova cvijeta (npr cvjetišta). Plodove dijelimo na osnovi nekoliko kriterija (proučite tablicu u prilogu).

Podjelu i tipove cvatova, te životne oblike biljaka naučite prema tablici i shemi u prilogu.

Pododjeljak Magnoliophytina, kritosjemenjače, dijelimo u 2 razreda

1-Magnoliatae - dvosupnice

2-Liliatae -jednosupnice

Svaki se razred dijeli u podrazrede, ovi u nadredove, nadredovi u redove, a ovi u porodice.

1. razred Magnoliatae, dvosupnice

Biljke ovog razreda imaju najčešće 2 supke, razvijen dugovječni glavni korijen iz kojeg izbija slabije razvijeno bočno korijenje. Provodne žile su na presjeku stabljike poredane u krug i one su, osim u jednogodišnjica, otvorenog tipa što omogućuje sekundarni rast u debljinu. Listovi su različitog oblika, često razdijeljeni, peraste ili mrežaste nervature. Ocvijeće je dvostruko, a cvjetovi su građeni na osnovi broja 5 ili 4 (pentamerni ili tetramerni), no broj plodničkih listova je često manji (1 ili 2), a često odstupa i broj prašnika (redukcija ili sekundarna poliandrija).

2. razred Liliatae, jednosupnice

U biljaka ovog razreda postoji jedna supka. Glavni korijen vrlo brzo prestaje s rastom, a iz njega izbija adventivno korijenje. Provodne žile stabljike su zatvorenog tipa, a na presjeku nisu poredane u krug. Listovi su najčešće sjedeći, paralelne nervature. Ocvijeće je perigon, a cvjetovi su građeni na osnovi broja 3 (trimeran cvijet).

U okviru razreda dvosupnica i jednosupnica tijekom ovih vježbi proučit ćemo po jednu vrstu iz navedenih porodica :

MAGNOLIATAE, dvosupnice

Magnoliaceae

Ranunculaceae

Papaveraceae

Rosaceae

Fabaceae

Rutaceae

Rhamnaceae

Apiaceae

Brassicaceae

Malvaceae

Primulaceae

Caprifoliaceae

Apocynaceae

Valerianaceae

Boraginaceae

Scrophulariaceae

Lamiaceae

Asteraceae

LILIATAE, jednosupnice

Liliaceae

Iridaceae

Poaceae