

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

Igor Dobroruka

Srovnání anatomické a morfologické stavby vegetativních orgánů

***Cannabis indica* Lam. a *Cannabis sativa* L.**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní obor: Biologie – geografie

Forma studia: Prezenční

Vedoucí bakalářské práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

Místo a datum odevzdání práce: Olomouc, leden 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně podle metodických pokynů vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci 8.1. 2012

.....

Igor Dobroruka

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce PaedDr. Ing. Vladimíru Vinterovi, Dr. za odborné vedení, trpělivost a všestrannou pomoc.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Igor Dobroruka
Název práce: Srovnání anatomické a morfologické stavby
vegetativních orgánů *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*
Typ práce: Bakalářská práce
Pracoviště: Katedra botaniky
Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.
Rok obhajoby práce: 2012
Abstrakt:

Bakalářská práce zpracovává přehled literárních údajů o rodu *Cannabis*, popisuje růst pěstovaných rostlin druhů *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* a srovnává zjištěné morfologické a anatomické rozdíly v jejich stavbě. V příloze krom dokumentačních fotografií, tabulek a grafů také předkládá návod na dlouhodobé laboratorní cvičení pro praktika či semináře z biologie.

Klíčová slova: *Cannabis indica*, *Cannabis sativa*, ontogenetický vývoj, morfologie, anatomie, vegetativní orgány
Počet stran: 63
Počet příloh: 11
Jazyk: Český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Autor's first name and surname: Igor Dobroruka

Title: Comparison of anatomical and morphological structures of vegetative organs of *Cannabis indica* and *Cannabis sativa*

Type of thesis: Bachelor work

Department: Department of Botany

Supervisor: PaedDr. Ing. Vladimír Vinter, Dr.

The year of presentation: 2012

Abstrakt:

Submitted bachelor work processes the review of the literature of the genus *Cannabis*, describes the growth of cultivated plant species *Cannabis indica* and *Cannabis sativa* and compares the observed morphological and anatomical differences in their construction. In addition, documentary photographs, tables and graphs Annex also provides a guidance on long-term laboratory exercises for practice or seminars in biology.

Keywords: *Cannabis indica*, *Cannabis sativa*, ontogenetic evolution, morphology, anatomy, vegetative organs

Number of pages: 63

Number of appendices: 11

Language: Czech

Obsah

Úvod	8
1. Přehled literárních údajů	9
1.1. Současná taxonomie rostlin	9
1.2. Charakteristika vegetativních orgánů cévnatých rostlin	10
1.2.1. Kořen	10
1.2.2. Stonek	13
1.2.3. List	15
1.3. Charakteristika rodu <i>Cannabis</i>	17
1.3.1. Systematické zařazení a přehled nomenklatury rodu <i>Cannabis</i>	17
1.3.2. Botanická charakteristika rodu <i>Cannabis</i>	18
1.4. Historie, využití a pěstitelství konopí	20
1.4.1. Historie konopí	20
1.4.2. Využití konopí	21
1.4.2.1. Konopí v technickém průmyslu	21
1.4.2.2. Konopí v potravinářském průmyslu	23
1.4.2.3. Konopí ve farmaceutickém průmyslu	24
1.4.2.4. Konopí jako droga	24
1.4.3. Pěstitelství konopí	25
1.4.3.1. Agrotechnika konopí	25
1.4.3.2. Šlechtění konopí	26
1.4.3.3. Biopatologie konopí	26
2. Materiál a metodika	28
2.1. Postup při pěstování rostlin	28
2.1.1. Postup při pěstování mimo vegetační období	28
2.1.2. Postup při pěstování ve vegetačním období	28
2.2. Sledování a zdokumentování individuálního vývoje <i>Cannabis indica</i> a <i>Cannabis sativa</i>	28
2.3. Výběr morfologických znaků	30
2.4. Výběr anatomických znaků	30

2.5. Postup při srovnání sledovaných morfologických a anatomických znaků <i>Canabis indica</i> a <i>Cannabis sativa</i> a vyvození závěrů	31
2.6. Zhotovení návodu na dlouhodobé praktické cvičení včetně testové baterie	31
3. Vlastní práce	32
3.1. Pěstování pokusných rostlin	32
3.1.1. Pěstování pokusných rostlin mimo vegetační období	32
3.1.2. Pěstování pokusných rostlin ve vegetačním období	33
3.2. Sledování a zdokumentování individuálního vývoje <i>Cannabis indica</i> a <i>Cannabis sativa</i> ve vegetačním období	33
3.3. Popis vybraných morfologických znaků	41
3.3.1. Popis tvaru děložních lístků	41
3.3.2. Popis tvaru pravých listů	42
3.4. Popis vybraných anatomických znaků	43
3.4.1. Popis tvaru pokožkových buněk na svrchní a spodní straně listu	43
3.4.2. Popis tvaru průduchů na listech	45
3.4.3. Popis příčného řezu kořenem	45
3.4.4. Popis příčného řezu hypokotylem	46
3.4.5. Popis příčného řezu prvním nadděložním článkem	47
3.5. Srovnání vybraných morfologických znaků	48
3.6. Srovnání vybraných anatomických znaků	48
3.7. Návod na dlouhodobé praktické cvičení včetně testové baterie	49
4. Diskuse	57
5. Závěr	59
6. Seznam použité literatury	61
7. Přílohy	63
7.1. Tabulky	64
7.2. Autorské řešení testové baterie	68

Úvod

Konopí je historicky jedna z nejdůležitějších rostlin nejen z průmyslového hlediska, ale v mnoha kulturách hraje svou roli i v lidové medicíně či náboženské tradici. V současnosti se nachází stále více oblastí, kde rod *Cannabis* nachází využití. Je to rostlina mediálně velice populární a kolem legalizování konopí coby měkké drogy se vede široká politická i veřejná diskuse. I přes všechna tato fakta je taxonomie rodu nejasná a v literatuře popisované morfologické rozdíly mezi jednotlivými druhy nejsou vždy jednoznačné. To bylo podnětem k vypracování této bakalářské práce.

Cíle bakalářské práce lze stručně shrnout takto:

- vypracování literární rešerše k zadanému tématu
- vypěstování rostlin *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* – zajištění rostlinného materiálu k pozorování
- sledování a zdokumentování růstu (ontogenetického vývoje) rostlin
- výběr vhodných anatomických a morfologických znaků k pozorování a zhotovení jejich fotodokumentace
- srovnání vybraných anatomických znaků u *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*
- srovnání vybraných morfologických znaků u *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*
- zhotovení návodu do praktického cvičení včetně protokolu, vypracování testové baterie k danému tématu

1. Přehled literárních údajů

1.1. Současná taxonomie rostlin

Nové poznatky v molekulární taxonomii vedly k celé řadě změn v systematice rostlin a systém není ustálený.

Podle Rosypala et al. (Rosypal 2003) zahrnuje v současném pojetí říše rostlin (*Plantae*) dvě podříše: *Biliphyta* a *Viridiplantae*.

Biliphyta jsou rostliny stélkaté, chloroplasty obsahují paralelně uložené tylakoidy s fotosyntetickými pigmenty (chlorofyl a, karoteny, xantofyly a fykobiliproteiny). Dělí se na dvě oddělení: *Glaucophyta* a *Rhodophyta*.

Viridiplantae jsou zelené rostliny, chloroplasty obsahují tylakoidy srostlé v lamelách u zelených řas nebo v granech u vyšších rostlin. Z fotosyntetických pigmentů jsou zde chlorofyl a, chlorofyl b, karoten a xantofyly. *Viridiplantae* dělí Rosypal et al. (2003) na vývojovou linii zelené řasy (*Chlorophytae*) a vývojovou linii *Streptophytae*, kam zařazuje tři vývojové větve: parožnatky (*Charophytae*), mechorosty (*Bryophytae*) a vyšší rostliny (*Cormophytae*). V životním cyklu vyšších rostlin převládá diploidní sporofyt, tvořený rostlinným tělem rozlišeným na kořen, stonek a list.

Campbell, Reece (2006) uvádějí tři pojetí systému vyšších rostlin.

Tradiční pojetí zahrnuje mezi vyšší rostliny ty, u kterých dochází ke vzniku embrya (*Embryobionta*). Patří sem mechorosty, kaprad'orosty, rostliny nahosemenné a krytosemenné. Kaprad'orosty a rostliny nahosemenné a krytosemenné jsou pak souhrnně označovány jako rostliny cévnaté (*Tracheophytae*).

Další systém v pojetí Campbell, Reece (2006) rozšiřuje skupinu *Embryobionta* o parožnatky (*Charophyceae*) a některé další zelené řasy a nazývá ji *Streptobionta*.

Třetím alternativním systémem je pak podle autorů rozšíření skupiny *Embryobionta* o všechny zelené řasy. Vzniklá skupina se nazývá *Viridoplantae*.

Předložená práce se zabývá cévnatými rostlinami (*Tracheophytae*).

Podle Vintera (Vinter 2008) jsou cévnaté rostliny vývojovou větví vyšších rostlin, ve které v ontogenetickém vývoji převažuje sporofyt (nepohlavní generace s diploidním počtem chromozomů v jádře produkující spory) nad gametofytem (pohlavní generace s haploidním počtem chromozomů v jádře produkující gamety). Pro fylogenetický vývoj cévnatých rostlin

je typická postupná redukce gametofytu až k jeho úplné závislosti na sporofytu u rostlin, které dosáhly semenosti (*Spermatophyta*).

Sporofyt cévnatých rostlin je rozlišen na vegetativní a generativní orgány, které jsou tvořeny systémem pravých pletiv. Jednotlivými orgány probíhají cévní svazky, které vytvářejí vodivý (vaskulární) systém rostliny.

1.2. Charakteristika vegetativních orgánů cévnatých rostlin

1.2.1. Kořen

Vinter (2008) popisuje kořen (*radix*) jako vegetativní, zpravidla podzemní, většinou heterotrofní, vždy bezlistý, nečlánekovaný orgán sporofytu cévnatých rostlin. Slouží především k příjmu vody a v ní rozpuštěných anorganických látek a k ukotvení rostliny v substrátu. Většinou je radiálně symetrický, pozitivně geotropický (výjimku tvoří např. dýchací kořeny mangrovů). Má neomezený růst do délky umožněný činností vrcholového (apikálního) meristému. V určitých obdobích života rostlin kořen uplatňuje ještě funkci zásobní a syntetickou.

Fylogenezi kořene vysvětluje telomová teorie (Zimmermann 1930, cit. Novák 1961). Novák (1961) dále píše, že v období prvohor (silur, devon) byly rostliny tvořeny vidličnatě (dichotomicky) větvenými praprýty (polytelomy) rostoucími do délky pomocí apikálních meristémů. Telomy byly koncové, jednožilné (s dřevostředným = hadrocentrickým cévním svazkem), radiálně souměrné, asimilující, většinou dichotomicky větvené osově orgány. Od vertikálně rostoucích telomů odvozujeme vznik nadzemních částí rostliny včetně listů, od telomů přimykajících k podkladu vznik rhizomoidů. Rhizomoidy vytvářely na svém povrchu kořenové vlášení (rhiziny). Rhizomoidy byly první orgány s funkcí kořene. Vinter (2008) uvádí, že u nich byla zjištěna mykorhiza.

Podle autorů Pecharová, Hejný (1993) se kořen, stejně jako ostatní vegetativní části rostliny, zakládá již v zárodku semene. Kořenový pól embrya je vyvinut jako kořínek (radikula). Při klíčení semene se obvykle po protržení osemení objevuje jako první a později se vyvine v hlavní (primární) kořen. Má kónický tvar a jeho terminálu tvoří dělivá zóna s kořenovou čepičkou (kalyptrou).

Bazální část kořene (rozhraní mezi kořenem a stonkem) je tvořena kořenovým krčkem a hypokotylem (první podděložní článek, také první kořenový článek v rámci upevňovací zóny). Mezi prodlužovací (růstovou, elongační) a upevňovací zónou se nachází absorpční zóna, na které se vytváří kořenové vlášení a zakládají postranní kořeny. Terminální část kořene je pak chráněna čepičkou (kalyptrou). Kalyptra chrání apikální meristém kořene a umožňuje snazší pronikání kořene půdou díky vylučování slizu. Je také geotropickým orgánem rostliny vzhledem k přítomnosti statocytů, buněk obsahujícím zrna přesýpavého škrobu (statolyty). Statocyty bývají uspořádány pravidelně a tvoří sloupek (kolumelu).

Hlavní kořen se ve své elongační části dělí. V jeho pericyklu se zakládají postranní (boční, laterální) kořeny hierarchicky uspořádané do několika řádů. Postranní kořeny prvního řádu si zachovávají pozitivní geotropismus, kořeny vyšších řádů ho postupně ztrácejí. Kořeny vyrůstají v odstředivém směru, tj. nejmladší kořeny jsou u dělicích meristémů.

Existují ještě tzv. přídavné (adventivní) kořeny. Mohou vznikat i na stoncích či listech a jsou většinou endogenního původu (výjimka např. u některých rostlin čeledi *Brassicaceae*). Zvětšují kořenovou plochu rostliny a často umožňují vegetativní rozmnožování.

Anatomickou stavbu kořene popisuje detailně Vinter (2008). Kořen sestává v primární stavbě z rhizodermis (primární krycí pletivo), primární kůry (základní pletivo) a středního válce s radiálním cévním svazkem (vodivé a zpevňovací pletivo).

Rhizodermis má základ v dermatogenu. Je většinou tvořena jednou vrstvou ve směru osy protáhlých, tenkostěnných, k sobě těsně přiléhajících buněk bez kutikuly. Vnější tangenciální stěny pokožkových buněk jsou tlustší než ostatní stěny a jsou opatřeny vnější slizovou vrstvou schopnou zadržovat vodu. V absorpční zóně kořene se z výběžků vnějších buněčných stěn rhizodermis vytváří kořenové vlášení (rhiziny), které není od mateřské pokožkové buňky oddělené buněčnou stěnou. Rhiziny zvětšují absorpční plochu kořene a usnadňují resorpci živin díky vylučování kyselin. Jejich počet je závislý na vlhkosti půdy, u vodních a bahenních rostlin, nebo u vodních kultur suchozemských rostlin se netvoří vůbec. Nebývají vyvinuty také u rostlin s mykorhizou. Životnost rhizinů je poměrně krátká.

Primární kůru kořene (cortex) tvoří mnohvrstevnatý parenchymatický dutý válec kolem středního válce kořene. Cortex tvoří vnější exodermis, mezodermis a vnitřní endodermis. Primární kůra je u nahosemenných a dvouděložných rostlin nahrazena druhotnou kůrou (peridermis).

Exodermis je jednoduchá, protaženými buňkami tvořená vrstva pod rhizodermis. V průběhu vývoje nahrazuje u většiny druhů postupně odumírající rhizodermis a její stěny

korkovatí. Na příčných a radiálních stěnách buněk se často vytvářejí ztlustliny (Casparyho proužky) tvořené suberinem a ligninem. Je-li exodermis vícevrstevnatá a sklerenchymatická, bývá označována jako hypodermis.

Mezodermis je nejširší, střední vrstva primární kůry kořene, tvořená tenkostěnnými parenchymatickými buňkami. Je tzv. sinkem - místem, kde se shromažďují zásobní látky. V mezodermis mohou být přítomné pryskyřičné kanálky, mléčnice, sekreční buňky nebo chloroplasty. U bahenních a vodních rostlin je tvořena aerenchymem.

Endodermis je většinou jednoduchá vrstva k sobě těsně přiléhajících buněk, obklopující střední válec. Je to nejvýznamnější ochranná bariéra proti pronikání patogenů do kořene. Obsahuje Casparyho proužky, ztlustlé pásy na radiálních a transverzálních buněčných stěnách vzniklé ukládáním suberinu či ligninu do primární buněčné stěny. Některé buňky endodermis jsou tenkostěnné, pouze s Casparyho proužkem. Nazývají se buňky propustné a slouží k transportu vody a minerálních látek do vodivých částí xylému.

Střední válec (centrální cylindr) sestává z obvodového pericyklu (perikambia) a centrálního radiálního cévního svazku (aktinostélé).

Pericykl je tvořen většinou z jedné vrstvy parenchymatického pletiva. Endogenně se v něm u většiny rostlin zakládají postranní kořeny a u některých druhů i adventivní pupeny.

Centrální radiální cévní svazek vyplňuje centrální část středního válce a je tvořen radiálně uspořádanými partiemi primárního dřeva (xylém) a primárního lýka (floém). Počet a uspořádání dřevních a lýkových částí bývá charakteristický pro určitý druh nebo čeleď rostlin, může se však vzácně lišit i např. v rámci kořenového systému jedné rostliny.

Jak uvádí Campbell, Reece (2006), u nahosemenných a většiny dvouděložných rostlin kořeny druhotně (sekundárně) tloustnou. Kambium se zakládá postupně, nejprve na vnitřních stěnách floémových buněk a posléze utvoří souvislý dutý válec meristematických buněk. Jeho činností pak vzniká směrem dovnitř sekundární xylém (deuteroxylém) a směrem vně sekundární floém (deuterofloém).

Elementy sekundárního dřeva jsou cévy (tracheje) a cévice (tracheidy), elementy sekundárního lýka jsou sítkové buňky (sítkovice). Sekundárním krycím pletivem je druhotná kůra (peridermis), která na rozdíl od rhizodermis plní pouze funkci ochrannou, nikoli absorpční.

U sekundárně ztloustlých kořenů se podle Vintera (Vinter 2008) nezakládají postranní kořeny. Někdy ale mohou být přítomny adventivní kořeny.

Kořen může tvořit různé metamorfózy. Pecharová, Hejný (1993) uvádějí chůdovité kořeny, kořenové úponky, stahovací kontraktilní kořeny, vzdušné kořeny, asimilační kořeny, dýchací kořeny (pneumatofory), dužnaté kořeny a kořenové hlízy, kořeny pro vegetativní rozmnožování, kořeny parazitů, symbiotické kořeny, kořeny přičepivé a kořeny škrtičů.

1.2.2. Stonek

Vinter (2008) popisuje stonek (caulis, caulom) jako zpravidla nadzemní, článkovaný, osový rostlinný orgán, nesoucí listy a reprodukční orgány. Tento celek se nazývá prýt (frons).

Novák (1961) popisuje vznik a fylogenetický vývoj stonku. Převršením jedné z větví prostorově všemi směry vidličnatě větvených, navzájem stejně radiálně uspořádaných telomů a mesomů vznikl hlavní stonek (kaulom, caulis). Popisem a fylogenetickým vývojem vaskulárních systémů se zabývá stelární teorie (Schoute 1902, cit. Vinter 2008).

Jak píše Pecharová, Hejný (1993), různé typy uspořádání cévních svazků ve stonku mají různou vývojovou hodnotu. Za vývojově nejpůvodnější (nejprimitivnější) se považuje jediný cévní svazek ve středu stonku. Jednoduchý dřevostředný cévní svazek označujeme jako protostélé (např. *Rhynia*) a předpokládá se, že právě z něj se fylogeneticky vyvinuly ostatní typy uspořádání souborů cévních svazků (stélé).

Významnou fylogenetickou změnou byl vznik parenchymatické dřeně uvnitř xylému protostélé. Dřevní a lýková část tak tvoří souvislý dutý válec, z něhož odbočují listové stopy (soubory cévních svazků vystupující ze stonku do listu). Tento typ se obecně nazývá sifonostélé. Zastoupen byl především u fosilních druhů a některých recentních kapradin.

Ze sifonostélé se u většiny recentních nahosemenných a dvouděložných rostlin vyvinula síť kolaterálních cévních svazků uspořádaných do kruhu (eustélé). U jednokotelných se ze sifonostélé odvozuje vznik ataktostélé s rozptýlenými cévními svazky po celé ploše stonku.

Stonek se zakládá v embryu jako pupen (vzrostlý vrchol, plumula). Jeho růst je umožněn činností dělivých pletiv vzrostného vrcholu v jeho vrcholové části. První nadděložní článek se nazývá epikotyl.

Akropetálním (tj. směrem k vrcholu) dělením prokambia začíná ontogenetický vývoj cévních svazků. Z prokambia se diferencují nejdříve elementy protofloému a následně elementy protoxylému.

Anatomicky sestává stoněk podle Vintera (Vinter 2008) v primární stavbě z epidermis (primární krycí pletivo), primární kůry (základní pletivo) a středního válce (střední cylindr) s rozmanitě uspořádanými vodivými pletivy.

Epidermis představuje krycí komplex stonku. Je tvořena jednoduchou vrstvou ve směru podélné osy stonku protažených buněk. Na povrchu je kryta kutikulou. Nacházejí se v ní průduchy (stomata) a trichomy. Na povrchu může tvořit emergence (např. ostny růží).

Primární kůra (cortex) je vrstva buněk mezi epidermis a středním válcem. Bývá rozlišována na hypodermis (exodermis), mezodermis a endodermis.

Hypodermis tvoří deskový či rohový kolenchym. Zpevňuje a vyztužuje stoněk a může obsahovat chloroplasty. Neobsahuje interceluláry.

Mezodermis je tvořena parenchymatickým pletivem s hojnými intercelulárami. Mívá především zásobní funkci. Mohou se v ní nacházet mléčnice. U vodních a bahenních rostlin je mezodermis aerenchymatická.

Endodermis obklopuje střední válec. U dvouděložných rostlin často chybí nebo je vyvinuta jako škrobová pochva (fleoterma).

Střední válec je tvořen základním parenchymatickým pletivem (medula), ve kterém probíhají cévní svazky. Od cortexu je střední válec oddělen pericyklem. Pericykl je latentní meristém zabraňující tvorbě postranních větví a pupenů. Sám se v určitých fázích ontogenetického vývoje může začít dělit a vytvářet např. adventivní kořeny.

Morfologicky je stoněk rozdělen na uzliny (nody) a články (internodia). V nodech se stoněk větví, u většiny cévnatých rostlin z nich vyrůstají listy a reprodukční orgány. Pecharová, Hejný (1993) uvádějí, že postavení listů na stonku je vždy maximálně výhodné vzhledem k jejich funkci. Takto se vytváří specifická listová mozaika.

Stoněk roste pozitivně heliotropicky, větví se exogenně a rozvádí rozpuštěné organické a anorganické látky mezi hlavními orgány výživy – kořenem a listy. Stonky nahosemenných a většiny dvouděložných rostlin sekundárně tloustnou.

Stonky mají mnoho specifických funkcí a mohou tvořit různé metamorfózy: brachyblasty, trny a kolce, fylokladia, stonky sukulentů, úponky, oddenky a oddenkové, bazální, stonkové nebo lodyžní hlízy.

1.2.3. List

Vinter (2008) charakterizuje list (fylom) jako postranní, většinou plochý, zelený orgán omezeného růstu, sloužící především k fotosyntetické asimilaci a transpiraci.

Listy mohou plnit sekundárně i jiné funkce – ochrannou, rozmnožovací, lapací, exkretční, absorpční, opornou, zásobní apod. K těmto úkonům bývají vhodně adaptované.

Fylogenezí listu se zabývá Pecharová, Hejný (1993). List cévnatých rostlin se vyvíjel souběžně se stonkem. První listy vznikaly pravděpodobně jako vychlípeniny buněk pokožky a byly jednožilné. Vývoj velkých, plochých asimilačních listů dnešních kapradin a krytosemenných rostlin předpokládáme z postupně zplošťujících se, popř. srůstajících druhotně adaptovaných větví sterilních telomů.

Vinter (2008) uvádí, že list se zakládá exogenně po stranách vzrostného vrcholu stonku jako listové primordium. To roste nejprve intenzivním dělením svých vrcholových buněk, později se začíná zplošťovat a převažuje růst v jeho střední části. Tím se rozliší základ řapíku a čepele. Poté se diferencuje prokambium budoucí žilnatiny tak, aby navazovalo na prokambium listové stopy ve vrcholu stonku.

Jak píše Pecharová, Hejný (1993), listy jsou morfologicky velice rozmanité v závislosti na své funkci. Obecně rozeznáváme listy jednoduché a složené. Typický list krytosemenné rostliny je tvořen z řapíku (petiolus) a listové čepele (lamina). Někdy bývají listy bezřapíkaté (přisedlé).

Řapík je stopkovitá část listu charakteristického tvaru a vnitřní stavby. Jsou v něm soustředěna vodivá pletiva pro transport živin a metabolických produktů a pletiva mechanická, zajišťující listu oporu a mechanickou pružnost.

Listová čepel bývá u většiny rostlin souměrná, bifaciální (spodní strana se liší od svrchní) a druhově charakteristického tvaru a členění (výjimky – asymetrický list jilmu, monofaciální list kostace).

Listy bývají dorzoventrální stavby (asymetrické v anatomické stavbě). Podle Vintera (Vinter 2008) sestává list anatomicky ze svrchní a spodní epidermis (krycí pletivo), mezofylu (základní asimilační pletivo) a cévních svazků a jejich pochev (pletiva vodivá a zpevňovací).

Epidermis je většinou tvořena plochými, k sobě těsně dosedajícími buňkami uspořádanými v jednoduché vrstvě. Vnější strana epidermálních buněk bývá chráněna kutikulou tvořenou kutinem a voskem. Nebývá vytvořena u vodních rostlin.

V epidermis se nacházejí stomata zajišťující výměnu plynů mezi ovzduším a mezofylem listu. Bývají jak na spodní (listy hypostomatické), svrchní (listy epistomatické) nebo na obou stranách listu (listy amfistomatické) a někdy úplně chybí (nezelené rostliny, vodní rostliny s ponořenými listy). Stomata mohou vyčnívat nad rovinu listu (stomata emerzní), být zanořené (stomata submerzní) nebo mohou ležet v rovině s buňkami epidermis (stomata faneporní). Ve svěracích buňkách průduchů se mohou nacházet chloroplasty. Tvar průduchů je charakteristický a může být determinačním znakem.

U některých rostlin můžeme pod epidermis najít hypodermis – jedno- či vícevrstevnou vrstvu buněk poskytujících mechanickou ochranu.

Mezofyl je střední parenchymatická vrstva listu mezi svrchní a spodní epidermis. Buňky mezofylu obsahují chlorofyl a celé pletivo bývá označováno jako chlorchym, asimilační pletivo. Buňky jsou vakuolizované a chloroplasty jsou uloženy v nástěnné cytoplazmě. Mezi buňkami je vyvinut systém intercelulár sloužící k transportu plynů a vodních par.

V mezofylu se mohou nacházet také mléčnice, pryskyřičné kanálky a jiné útvary.

Anatomická stavba mezofylu se liší u tzv. C3 a C4 rostlin.

Cévní svazky listu tvoří v čepeli listu listovou žilnatinu (listová venace). Mohou být mnoha typů, nejčastěji bývají kolaterální s xylémovou částí orientovanou ke svrchní straně listu a s floémovou ke spodní straně listu. Cévní svazky se v místech svého vstupu z uzliny stonku (nodus) do řapíku listu nazývají listové stopy.

U většiny rostlin jsou cévní svazky obklopeny parenchymatickými či sklerenchymatickými pochvami. Mimo těchto pochev mohou v listech některých rostlin zajišťovat mechanickou oporu i sklerenchymatická vlákna. Ta pak nacházejí využití v textilním průmyslu.

V závislosti na své funkci může list tvořit rozličné metamorfózy. Pecharová, Hejný (1993) uvádějí listové trny, dužnaté listy sukulentů, zavlažovací listy, listové úponky, listy masožravých rostlin, cibule, kořenové listy a sporofyly.

1.3. Charakteristika rodu *Cannabis*

1.3.1. Systematické zařazení a přehled nomenklatury rodu *Cannabis*

Systematické zařazení konopí bylo po dlouhou dobu nejednoznačné, protože botanici se nemohli shodnout na příslušné čeledi. Podle serveru biotox.cz (<http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html> 9.6.2011) bylo konopí řazeno nejprve do čeledi kopřivovitých (*Urticaceae*) a později do čeledi morušovníkovitých (*Moraceae*). Dnes se konopí obvykle zařazuje do zvláštní čeledi konopovitých (*Cannabaceae*), kam vedle konopí patří pouze chmel (*Humulus*).

Hejný, Slavík (1988) i Rosypal et al. (2003) řadí rod *Cannabis* do řádu *Urticales*, Mártonfi (2006) do řádu *Rosales*. Oba řadí rod *Cannabis* do čeledi *Cannabaceae*.

Následující přehled uvádí systematické členění a nomenklaturu rodu *Cannabis* podle různých autorů.

Novák (1961) rozeznává *Cannabis sativa* (Linné 1753) a *Cannabis ruderalis* (Janischewsky 1924). *Cannabis indica* (Lamarck 1783) je zde označována jako varieta *C. sativa*.

Váša et al. (1965) používá systematické členění autorů Sizov a Serebrjaková (1940) a dělí rod *Cannabis* na druhy *C. sativa* a *C. indica*.

Hendrych (1977) rozeznává samostatné druhy *Cannabis sativa* a *Cannabis indica*.

Hegi (1981) popisuje pouze druh *Cannabis sativa*.

Hejný, Slavík (1988) uvádí čtyři druhy, jmenovitě pouze *Cannabis sativa* a *Cannabis ruderalis*. Zmiňuje i jejich křížence *Cannabis intersita*.

Dostál (1989) rozlišuje druhy konopě setá (*Cannabis sativa*) a konopě rumištní (*Cannabis ruderalis*), u které připouští i synonymum *Cannabis sativa* subsp. *spontanea* Serebrj.. Zmiňuje i křížence druhů *C. sativa* a *C. ruderalis* - *Cannabis intersita* Soják.

Kubát (2002) rozeznává druhy *Cannabis sativa* a *Cannabis ruderalis*. Zmiňuje také křížence *Cannabis intersita*.

Rosypal et al. (2003) popisuje *Cannabis sativa* a o konopí indickém píše jako o podobné rostlině.

Kubitzki (2004) zmiňuje jak autory Emboden (1974) a Schulas (1974), kteří rozlišují tři druhy konopí, tak autory Smaal, Cronquist (1976), kteří považují rod *Cannabis* za monotypický (*Cannabis sativa*) a další formy označují jako variety.

Mártonfi (2006) uvádí *Cannabis sativa* a subspecies resp. species *indica*.

1.3.2. Botanická charakteristika rodu *Cannabis*

Hejný, Slavík (1988) charakterizují rod *Cannabis* jako jednoletou rostlinu s přímou, tuhou, hranatou, drsnou chlupatou lodyhou. Listy řapíkaté, v dolní části lodyhy zpravidla vstříčné, v horní nejčastěji střídavé, 5-7četné, palistnaté. Květy jednopohlavné, dvoudomé, vzácněji jednodomé ve velmi redukovaných vrcholičnatých květenstvích. Nažky vejcovité až elipsoidní, slabě zploštělé, se dvěma nevýraznými kýly, hladké, obalené listeny.

U druhu *Cannabis sativa* uvádí u samičích rostlin (konopí hlavaté) vyšší vzrůst a hustěji olistěné lodyhy s tmavšími listy než u rostlin samčích (konopí poskonné). Listy popisuje ve střední části lodyhy jako dlanitě 5-7 četné, s podlouhlými až kopinatými lístky, k oběma koncům zúženými, pilovitými až hrubě pilovitými.

Dostál (1989) charakterizuje rod *Cannabis* takto:

Jednoleté, přímé, neoplétavé rostliny, listy vstříčné nebo střídavé, hluboce dlanitosečné, květy samčí i samičí v přímém žláznatém květenství, nažky uzavřené v chrupavčitém listenu.

Druh *Cannabis sativa* popisuje takto:

Nepůvodní, jednoletá (terofyt), až 2 metry vysoká bylina, dolní listy někdy vstříčné, ostatní střídavé, palisty volné, čepele dlanitě 5 - 9sečné, lístky kopinaté, pilovité, špičaté. Květy dvoudomé v úžlabních vrcholičnatých latách. Květní vzorec: ♂ P 5 A 5, ♀ P 0 G (2) ve shloučeném květenství. Nažka hladká, 3,7 - 5,6 x 2,8 - 4,5 mm, na bázi bez podkovovité ztlustliny a bez tmavých zbytků okvěti, světle šedohnědá, obal nažky (listen) kulatý. Kvete od července do srpna. Počet chromozomů $2n = 20$. *Cannabis indica* je zde označována jako varieta (odrůda).

Druh *Cannabis ruderalis* popisuje takto:

Nepůvodní bylina, lodyha bohatě větvená, 50 - 100 cm vysoká, slabě rýhovaná, lístky úzce kopinaté, hustě pilovité. Samičí květenství řídké, nažky 2,7 - 4,2 x 2 - 2,5 mm, na bázi s podkovovitou ztlustlinou, mozaikovitě skvrnitě (zbytky okvěti). Počet chromozomů $2n = 20$.

Kubát (2002) přidává další informace:

Cannabis sativa: okvěti samičích květů nepatrné až chybějící, plody 3,8 - 5,0 x 3,0 - 3,4 mm, jednobarevné, šedavě bílé až světle hnědé, za zralosti nesnadno opadavé. Dvoudomá rostlina s přímou lodyhou, listy dlanitě 5 - 7četné. Výška 0,3 - 1,5 m. Kvete od června do srpna.

Cannabis ruderalis: okvětí samičích květů přitisklé k plodům, plody 2,5 - 3,5 x 2,0 - 2,5 mm, tmavě mramorované, za zralosti snadno opadavé. Výška rostliny 0,3 - 1 m, kvete od července do srpna.

Hendrych (1977) popisuje listy jako dlanitě dělené a navíc uvádí u *Cannabis sativa* výšku až 4 m a připouští možnou jednodomost některých rostlin.

Váša et al. (1965) uvádí možnou jednodomost konopí a listy obou druhů považuje za složené.

Cannabis sativa má šedohnědé, matné, velké semeno. Mozaikovitá a podkovovitá kresba tmavé barvy se vyskytuje u planých poddruhů (*Cannabis sativa* ssp. *spontanea*). Lodyha se nevětví, je až 1 m vysoká popř. i vyšší, zřídka bývá více nebo méně rozvětvená. Má velké listy, lístky jsou kopinaté.

Cannabis indica má tmavé a lesklé semeno, opět u planých forem s mozaikovitou strukturou, ovšem zachovává si lesklost. Lodyha je nízká a značně větvená. Listy jsou drobné, lístky čárkovitě kopinaté. Využívá se primárně pro výrobu hašiše.

Novák (1961) popisuje listy jako dlanitě 5 - 9četné a k výše zmíněnému doplňuje u *C. sativa* délku buněk tvrdého lýka až 55 mm. Samčí rostliny popisuje jako slabší a světlejší, samičí jako statnější a temněji zelené. Podrobněji se zabývá stavbou generativních orgánů. Samičí kvítky mají pohárkovité okvětí a dvouplodolistový pestík se dvěma červenými bliznami. Semeník je jednopouzdrý s jediným vajíčkem. Po oplození se podpůrný listenec (prophyllum) zvětšuje v chrupavčitý obal a uzavírá nažku, obalenou zaschlým okvětím. Semeno má málo endospermu a podkovovitě zahnutý zárodek s masitými dělohami. Obsahuje přes 30 % vysychavého konopného oleje.

Server biotox.cz (<http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html> 9.6.2011) popisuje druh *Cannabis sativa* jako robustní, vzpřímenou dvoudomou či často jednodomou rostlinu s řídko větvenou lodyhou dorůstající výšky 2 - 6 metrů. Na příčném řezu je lodyha v bazální části stlačeně válcovitá, v horní hranatá a uvnitř dutá. Semena jsou zpravidla jednobarevná, šedavě bílá až světle hnědá, hladká a bez zřetelné oddělovací vrstvy, na bázi pevně přirostlá k lůžku.

Cannabis indica popisuje jako pouze výjimečně jednodomou bylinu s kuželovitým habitem a hustě větvenou lodyhou dorůstající výšky asi 1,5 metru. Samičí květenství jsou hustě žláznatá, semena obvykle s intenzivní mozaikovitou kresbou a se zřetelnou oddělovací vrstvou na bázi.

Cannabis ruderalis popisuje jako vzácně jednodomou bylinu s bohatě větvenou asi 0,5 - 1 metr vysokou slabě rýhovanou lodyhou. Okvětní lístky prašnickových květů jsou zelenavé s úzkým bělavým lemem, pestíkové s nápadně dlouhými červenými bliznami. Semena jsou na

povrchu nepravidelně tmavě mozaikovitá se zřetelnou oddělovací vrstvou tvořící masivní zduření.

Judd et al. (2008) popisuje list rodu *Cannabis* jako dlanitě složený (plamately compound), stejně tak Kubitzki (2004), který navíc uvádí počet lístků 3 - 15.

1.4. Historie, využití a pěstitelství konopí

1.4.1. Historie konopí

Na původ konopí jsou v literatuře rozdílné názory.

Polívka (1902) píše, že konopí je domovem ve Východní Indii, Persii a Egyptě, v jižním Podkavkazi a na Krymu. Dále vychází z Herodota a uvádí jako první uživatele konopí Skythy (Polívka 1908).

Kavina (1924) připisuje konopí za vlast stepi centrální a východní Asie. Do Evropy bylo přineseno Skythy krátce před trojskou válkou (zhruba 1250 př. n. l., Angliss et al. 2001). Od Skythů převzali tradici pěstování konopí Slované a Germané. Řekové a Římané začali konopí používat až těsně před začátkem našeho letopočtu.

Ceapoiu (1958, cit. Váša 1965) označuje za domovskou oblast výskytu konopí údolí řeky Irtyš, stepi Baraba a Kulunda, území západně od jezera Bajkal, svahy Altaje a Tchien-Šanu a oblasti západní a severní Číny. Bittery (1923, cit. Váša 1965) situuje původ konopí na Kirgyzské stepi jižně od Kaspického moře, na Sibiř a jižně od Kavkazu. Zanesení do Evropy národem Skythů zasazuje Špaldon (1953, cit. Váša 1965) do 7. stol. př. n. l. dvěma cestami, severní přes stepi Střední Asie, severně kolem Kaspického moře, přes oblast Povolží k pobřeží Baltického moře do Švédska, Holandska, severního Německa a Anglie a jižní z Persie přes Malou Asii do Řecka, Itálie, jižní Francie a odtud zpět do střední a západní Evropy (tzv. jižní typ konopí). Do severní Afriky se rozšířilo z Itálie a do Ameriky bylo přivezeno ze Španělska v 16. a 17. století. Váša et al. (1965) cituje autory Ceapoiu (1958), Lyster (1943) a Baxa (1960) a píše o nejstarších historických záznamech o pěstování konopí v Číně kolem roku 500 př. n. l., které obsahují zprávu, podle níž mělo být konopí v Číně poprvé použito už kolem roku 2800 př. n. l.

Podle Nováka (1961) je konopí domácí ve Střední Asii, v horách Tchien-Šanu a Altaje, na stepích v horním poříčí Irtyše a na západ od Balchašského jezera až do Povolží. Za planě rostoucí považuje pouze druh *Cannabis ruderalis*, druh *C. sativa* označuje jako pěstovaný.

Hendrych (1977) přikládá konopí jako domovinu oblast Himaláje.

Dostál (1989) druh *Cannabis sativa* uvádí jako původní v Přední Asii, druh *Cannabis ruderalis* v Povolží a v Asii.

Kubát (2002) druh *Cannabis sativa* jako původní označuje ve Středozeří.

Podle serveru konopa.cz (<http://www.konopa.cz/index.php?dok=00890000000186>, det 19.5.2011) pochází nejstarší údaje o používání konopí z Babylónie zhruba 7000 let př. n. l. Největšího a nejlépe zdokumentovaného rozmachu dosáhlo konopí v Číně kolem roku 3000 př. n. l. Konopí tam mělo čistě průmyslové využití. Do Evropy bylo zaneseno Skythy v 7. stol. př. n. l., o čemž se zmiňuje Herodotos. Na stejných stránkách je ale rovněž uvedeno, že Skytové konopí zanesli do Evropy severní cestou už v roce 2800 př. n. l.

Morfologii rostliny jako první popsal Dioskoridos, nezmiňuje však její účinky. Jejich popis nacházíme až ve 13. a 14. století u arabských spisovatelů. V arabských zemích je zdokumentováno medicínské využití konopí.

Na území České republiky je pěstování konopí doloženo až ve středověku, první písemný záznam je z roku 1551. (Huska 1955, cit. Váša et al. 1965)

1.4.2. Využití konopí

Známe několik způsobů využití konopí: technicky průmyslové využití konopného vlákna či koudelky, v potravinářství (např. užití konopného semena, tzv. semence, jako zdroje oleje, doplněk stravy či v krmných směsích), užití konopí jako léčivé byliny ve farmaceutickém průmyslu i lidovém léčitelství a použití konopí jako omamné drogy.

1.4.2.1. Konopí v technickém průmyslu

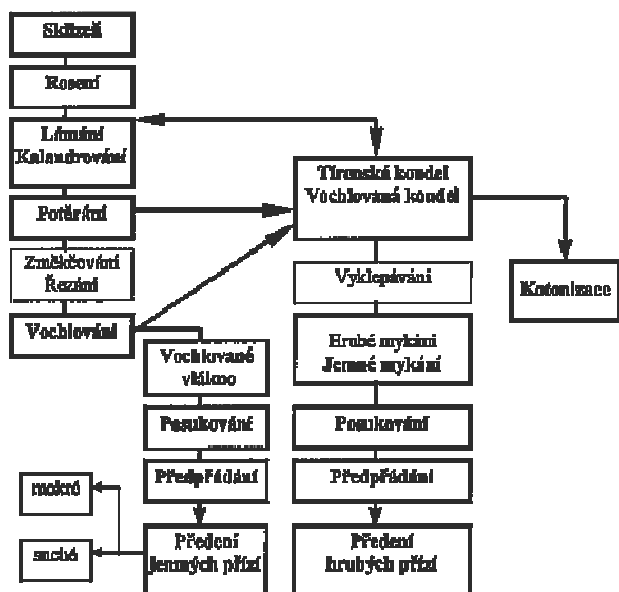
Konopné vlákno se řadí mezi tzv. lýková vlákna. Způsob jeho získávání a zpracování popisuje Váša et al. (1965). Sklizené stonky rostliny musí nejprve projít prvotní úpravou, aby se separovalo vlákno od ostatních složek lýka a mohlo se dále zpracovat. Existují tři způsoby prvotní úpravy: biologický, mechanický a fyzikálně chemický. Nejrozšířenější je biologický způsob, tzv. máčení či rosení. Celý proces je podobný jako u lnu.

Při máčení se využívá rozrušení vazeb vlákna působením mikroorganismů, jejichž působením probíhá ve stonku kvašení pektinových látek. Rozlišujeme studenodnní a teplovodnní máčení. Mezi novější způsoby biologické prvotní úpravy patří aerobnní máčení, které zkvalitňuje a zkracuje dobu máčení. Kvalitně vymáčené stonky se snadno lámou,

nevytvářejí námotky na válcích lámacích strojů a je možné je zpracovávat při nižších obrátkách.

Vymáčené stonky se musí dále rozlámat. Vázané do snopů se uvolní z povřísel na podávacím stole a po hrstech se vkládají vrcholovou částí do prvního agregátu (lámačky). V potěracím agregátu se odděluje polámaná dřevovina, tzv. pazdeří a krátké koudelové vlákno. Máčené konopí se suší, nechává odležet a následně je vlákno uvolňováno v tzv. tírnách lámáním a potěráním na potěracích trubicích. Konopné vlákno se může následně zpracovávat do příze. Konečným výrobkem je dlouhé konopné vlákno používané na výrobu motouzů, provazů, lan, hadic, popruhů či textilu. Krátké koudelové vlákno se může dále zpracovávat na konopnou koudel. Ta se používá jako celulóza pro papíry, na výrobu konopné příze, tzv. koudelky, na izolace a těsnění či výrobu technických textilií.

Celý proces znázorňuje obr. 1.



Obr. 1: Diagram zpracování konopného stonku

(<http://81.0.228.110/default.asp?ch=203&typ=1&val=63219&ids=2018> 20.5.2011)

Švédová et al. (1978) informuje o technice máčení už předem lámaného konopí. Tím se sníží manipulovatelná váha o 40 - 60 %, ale zvýší se podíl koudele.

Pospíšil et al. (1965) uvádí, že konopné vlákno je hrubší než lněné, má vyšší pevnost za sucha než za mokra a jeho pružnost a tažnost je nízká. Hoří pomaleji než bavlněné vlákno a ve většině ostatních vlastností se podobá vláknu lněnému.

Konopné vlákno má široké využití. Hladík, Kozel, Miklas (1977) uvádí jeho použití na výrobu technických či obalových tkanin, plachtovin, popruhů, dopravních pásů, základních

tkanin pro koberce, lan, provazů, balících motouzů nebo jako těsnící spoje ve vodovodním potrubí.

V současnosti se nachází stále další možnosti využití konopí, např. konopářský svaz na serveru konopi.info (<http://81.0.228.110/default.asp?ids=2018&ch=203&typ=1&val=108937> 10.5.2011) uvádí použití konopného vlákna pro brzdová obložení vlaků.

Jak uvádí server biotox.cz (<http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html> 9.6. 2011), konopí nachází své využití také ve stavebnictví jako alternativní materiál oproti dřevu. Vyrábí se z něj stavební řezivo, překližka, dřevotřískas a nahrazuje skelnou vatu coby izolační materiál. Francouzská společnost Isochanvre si nechala patentovat stejnojmenný materiál z konopí, sloužící jako náhražka betonu. Konopné stonky se zvápní a slisují, přičemž výsledný materiál je stejně pevný jako beton, ale sedmkrát lehčí a pružnější a také odolnější.

Server konopa.cz (<http://www.konopa.cz/index.php?dok=00890000000186,de> 19.5.2011) doplňuje, že z konopí se vyrábí také papír (mapy, bible, v Kanadě papírové peníze, cenné papíry a další) a i malířská plátna.

1.4.2.2. Konopí v potravinářském průmyslu

Server konopa.cz (<http://www.konopa.cz/index.php?dok=00890000000186,de> 19.5.2011) uvádí, že konopí bylo spolu s rýží, ječmenem, pšenicí a sójou nejstarší používanou plodinou. Zprvu se semena užívala pro přímou konzumaci, později se z nich především lisoval olej (kromě potravinářství se používal i na výrobu laků, barev, ale i na svícení do lamp). Až do současnosti se zachovalo použití konopných semen v krmných směsích pro hospodářské zvířectvo, především pro ptáky, a v moderní zdravé výživě. Server biotox.cz (<http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html> 9.6.2011) informuje o použití konopných listů a květů na výrobu nápojů a mnoha jídel. Z konopných semen se mele mouka, vyrábí se neživočišné mléko, sýry a pomazánky a další.

Pozn.: Na našem trhu je k dostání několik kuchařek s konopnou tematikou, např. Gottlieb A., 1995: Vaříme s konopím.

1.4.2.3. Konopí ve farmaceutickém průmyslu

Podle serveru biotox.cz (<http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html> 9.6. 2011) má použití konopí jako léčivé byliny velmi dlouhou tradici. V Číně se používalo jako anestetikum

při operacích, k léčení zácpy, dny, malárie, revmatismu a menstruačních potíží. Indičtí lékaři léčí konopím epilepsii, deliria, koliku, gastritidu, anorexii, žaludeční nevolnosti, horečky, žloutenky, bronchitidu, lepru, poruchy sleziny, anémii, tuberkulózu, astma, dnu a malárii.

V současnosti je konopí jako léčivá bylina znovu objevováno a široce používáno na výrobu antiseptických a hojivých mastí, v šampónech, krémech apod. Nejběžněji je ordinováno při některých dermatologických potížích či jako anestetikum při dlouhodobých bolestech u vážných onemocnění či úrazů a při snižování nežádoucích účinků chemoterapie jako je např. nausea. Lékařská marihuana je povolena ve čtrnácti státech USA, v Evropě např. v Nizozemsku. Jak píše server [cannabisscience.com](http://www.cannabisscience.com/news-a-media/press-releases/208-israels-expansion-of-medical-cannabis-program.html) (<http://www.cannabisscience.com/news-a-media/press-releases/208-israels-expansion-of-medical-cannabis-program.html> 12.6.2011), v současnosti rozšiřuje legální lékařské používání konopí také např. Izrael. Počítá s jeho nasazením mimo jiné u posttraumatických stresových poruch u válečných veteránů.

1.4.2.4. Konopí jako droga

Server [biotox.cz](http://www.biotox.cz/enspyro/pj3rcan.html) (<http://www.biotox.cz/enspyro/pj3rcan.html> 9.6.2011) popisuje různé způsoby užívání konopí jako drogy a chemickou strukturu psychoaktivních látek.

Dvě základní formy jsou marihuana a hašiš. Marihuana (v Africe kif či dagga, v Turecku habak, v Mexiku grifa, v Evropě a USA marihuana) jsou suché části samičí rostliny, především květenství, s obsahem účinných látek obvykle nepřesahujícím 8 - 12 %. Hašiš je izolovaná pryskyřice s obsahem účinných látek kolem 40 %.

V současnosti nabízené rostliny speciálně šlechtěné pro omamné účinky mají obsah účinných látek i více než 20 % (<http://kushstrains.com/index.php/2010/08/merlins-dream/> 22.6.2011).

Server [biotox.cz](http://www.biotox.cz) dále uvádí, že droga se užívá buď inhalačně nebo orálně. Existuje mnoho způsobů přípravy podle geografických regionů a kulturních tradic.

Hlavní psychoaktivní chemickou látkou je v konopí Δ^9 - tetrahydrokanabiol (1-hydroxy-6,6,9-trimethyl-3-pentyl -6H-dibenzo[b,d]pyran-1-ol, THC). Mimo něj obsahuje rostlinná pryskyřice i celou řadu dalších kanabinoidních látek s méně prozkoumanými účinky jako tetrahydrokanabivarin, kanabichromen či kanabigerol.

Doposud není spolehlivě prokázáno, mají-li psychoaktivní účinky na člověka přímo látky obsažené v konopí nebo až jejich metabolity v lidském organismu.

1.4.3. Pěstitelství konopí

1.4.3.1. Agrotechnika konopí

Agrotechnikou konopí se zabývá Váša et al. (1965) a udává, že konopí je poměrně nenáročné na zařazení do osevního postupu. V současnosti se konopí již nepěstuje na stejných pozemcích po více generací, ale střídá se s jinými plodinami. Vhodné předplodiny jsou např. kukuřice, brambory, cukrovka, čekanka, paprika, polní zelenina, jeteloviny a jiné vikvovité rostliny, krmná řepa či kapusta nebo obilniny. Naopak konopí je vhodnou předplodinou především pro obilniny.

Pro pěstování konopí je důležitá pečlivá příprava půdy. Postup se liší podle použité předplodiny. Doporučená doba setí, uspořádání porostu a hloubka setí se u různých autorů liší a postupy se stále zdokonalují.

Stejně jako u ostatních cizosprašných rostlin je u konopí velmi důležité umělé dopylování. Dosahuje se ho mechanickým střásáním pylu např. pomocí latí či provazů.

Existuje několik technik zavlažování konopí závislých na způsobu osetí. Ideální vlhkost půdy je 70 - 80 %.

Doba sklizně se liší u konopí pěstovaného na vlákno, semeno či jiný užitek a je komplikovaná převažující dvoudomostí rostlin, protože se ideální doba sklizně liší u samčích a samičích rostlin. Samčí rostliny dozrávají obvykle o 30 - 40 dnů dříve.

V ČR bylo podle údajů ČSÚ v roce 2011 oseto konopím 297 ha. ([http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBE9D/\\$File/21041107.pdf](http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBE9D/$File/21041107.pdf) ; [http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBEA4/\\$File/21041108.pdf](http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBEA4/$File/21041108.pdf) ; 1.12. 2011) Pěstitelství konopí má dlouhodobě klesající tendenci. Hejný, Slavík (1988) uvádí v roce 1921 12042 ha osetých ploch (v celé ČSSR), v roce 1980 pak už jen 1370 ha.

1.4.3.2. Šlechtění konopí

Podle Váša et al. (1965) konopí díky pěstování v různých oblastech utvářelo odlišné geografické skupiny i bez přičinění člověka. Až později bylo konopí pro vyšší výnosy cíleně šlechtěno. Na našem území se s touto činností začalo až po druhé světové válce. První odrůdou vyšlechtěnou v ČSR bylo šumperské konopí Alfa, povolené jako oficiální odrůda v roce 1952 a v roce 1961 vyškrtnuté ze seznamu oficiálních odrůd kvůli nízkým výnosům stonku a vlákna a jeho horší kvalitě. Jako druhá byla vyšlechtěna a v roce 1958 povolena

původní česká odrůda konopí Rastislavické. Na našem území byla široce používána i zahraniční odrůda Kompolti. Od roku 1999 jsou u nás podle serveru biotox.cz (<http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html> 9.6.2011) povoleny dvě odrůdy konopí pěstovaného pro technické účely - JUSO - 11 (Ukrajina) a BENIKO (Polsko). Obě odrůdy jsou jednodomé.

Podle Váša et al. (1965) se šlechtění provádělo metodami výběru (hromadný, kmenově skupinový, individuální), pohlavního křížení a vegetativního křížení.

Konopí je šlechtěno nejen za účelem vytváření nových odrůd, ale i pro udržení a zlepšování kvality těch stávajících. Jako cizosprašná rostlina má konopí tendenci k samovolnému křížení s ne vždy žádoucími výsledky. Pro udržovací šlechtění se používá metoda individuálního výběru.

1.4.3.3. Biopatologie konopí

Váša et al. (1965) informuje o škodlivých činitelích konopí.

Fyziologicky na konopí negativně působí nedostatek draslíku, tzv. kaliová mozaika konopí, projevující se zastavením růstu, žloutnutím listů, prodlužováním vegetační doby a oddalováním kvetení. Konopí škodí vzácně také mráz. Mladé rostliny vydrží krátkodobě i teploty do -4°C . S růstem rostliny se její citlivost k mrazu zvyšuje.

Mezi virózy patří virová kadeřavost (svraštělost), virová mozaika (žloutnutí) a klamná deštníkovitost. Na virové choroby jsou nejnáchylnější mladé rostliny.

Známé mykózy na konopí jsou spála kořínků konopí (*Pythium debaryanum*), skvrnitost stonků konopí (*Botryosphaeria marconii*), dírkovitost listů konopí (*Mycosphaerella cannabis*), botkovitost konopí (*Melanospora cannabis*), fuzarióza konopí (*Gibberella pulicaris*), septorióza konopí (*Septoria cannabis*) a hnědá skvrnitost listů konopí (*Stemphylium botryosum*). Další mykózy způsobují plíseň konopná (*Pseudoperonospora cannabina*), *Didymella arcuata*, hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*) a plíseň šedá (*Botrytis cinerea*).

Parazitními rostlinami jsou kokotice větší (*Cuscuta major*) a záraza větevnatá (*Orobanche ramosa*).

Živočišnými škůdci jsou dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*), mšice konopná (*Diphorodon cannabis*), sviluška chmelová (*Epitetranychus telarius*), zavíječ kukuřičný (*Pyrausta nubilalis*), housenky můry gama (*Autographa gamma*), můry černé (*Melanchra persicariae*), osenice čekankové (*Ochropleura plecta*), šedavky štětkové (*Heliopsis dipsacea*)

a zavíječe řepného (*Loxostege sticticalis*), dvoukřídle listohlodka konopáčová (*Liriomyza eupatorii*), listohlodka konopná (*Agromyza strigata*), vrtalka zahradní (*Phytomyza atricornis*), křísek bezočka zelená (*Chlorita flavescens*), různé druhy ploštic, např. hladěnka brvitá (*Anthocoris pilosus*) a klopuška dravá (*Liocoris tripustulatus*). V konopných stoncích parazituje často háďátko zhoubné (*Ditylenchus dipsaci*). Konopné semeno slouží jako potrava také ptákům, zejména vrabcům, stehlíkům, konopkám a zvonkům.

2. Materiál a metodika

2.1. Postup při pěstování rostlin

2.1.1. Postup při pěstování mimo vegetační období

Semena byla dána k naklíčení ve vlhkém papírovém ubrousku 10.1.2010 a byla vložena do igelitového sáčku pro udržení vlhkosti. Po týdnu byla úspěšně naklíčená semena vysazena do zeminy pro pěstování pokojových rostlin do několika plastových kelímků. Kelímky byly umístěny v boxu z igelitové fólie, který byl osvětlován a zahříván žárovkou. Teplota v boxu byla udržována mezi 25 - 28°C v době osvětlení, tj. od 6 - 22 hod. Po čtrnácti dnech byly rostlinky přesazeny tak, že byly v zemi až po děložní lístky (pikýrování). Po měsíci byly většinou zaštipnuty vrcholy s cílem zpomalení růstu a ztloustnutí stonků.

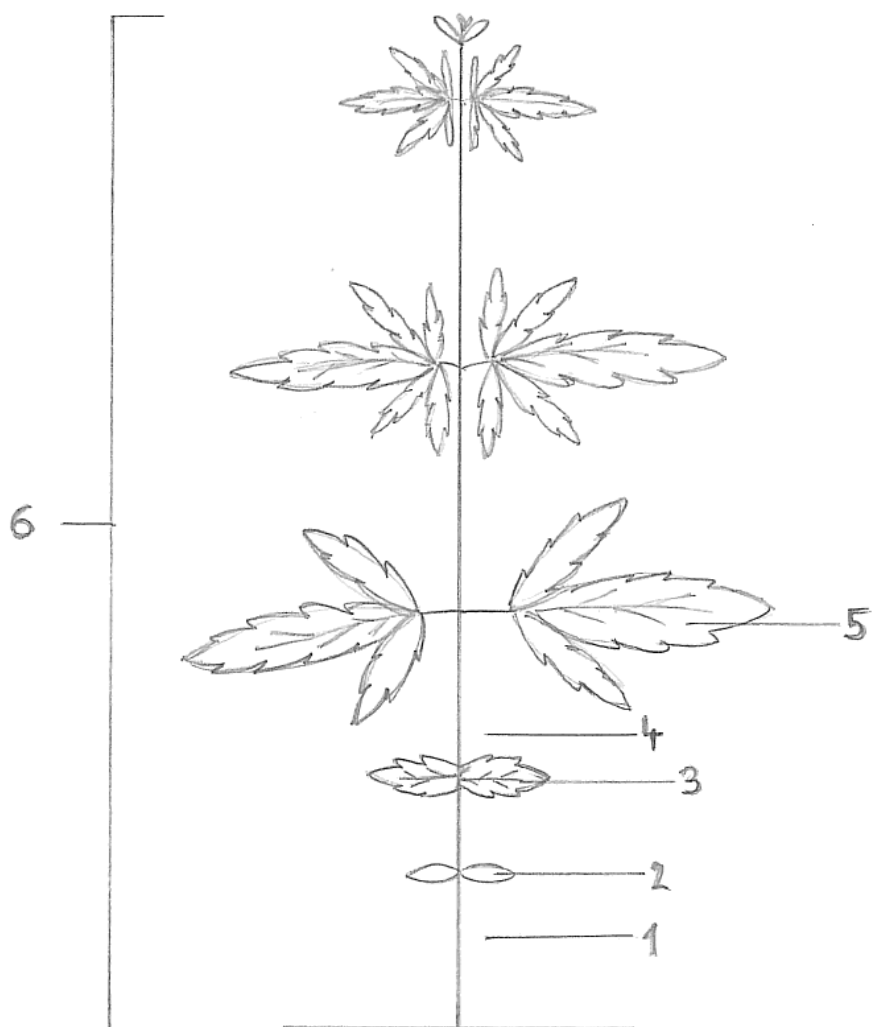
Rostliny byly pravidelně roseny a zalévány.

2.1.2. Postup při pěstování ve vegetačním období

Semena byla dána k naklíčení ve vlhkém papírovém ubrousku 5.3.2010 a byla vložena do igelitového sáčku pro udržení vlhkosti. Po týdnu byla úspěšně naklíčená semena vysazena do zeminy pro pěstování pokojových rostlin do několika plastových kelímků. Kelímky byly umístěny na parapetu jižního okna. Po čtrnácti dnech byly rostliny vysazeny do půdy na záhon.

2.2. Sledování a zdokumentování individuálního vývoje *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*

Růst rostlin byl sledován pět týdnů od 5.3.2011 do 9.4.2011. Sledované orgány rostliny znázorňuje obr. 2.



Obr. 2: Schéma rostliny konopí s popsanými sledovanými orgány

Na konci každého týdne byly do připravených tabulek zaznamenány následující údaje jedné vybrané rostliny z každého druhu.

Hypokotyl (1): délka, tloušťka

První a postupně další nadděložní články (4): délka, tloušťka

Děložní lístky (2): délka, šířka, patrné vývojové změny

První pravé listy: (3) délka, šířka, patrné vývojové změny

Další pravé listy (5): délka a šířka jednotlivých lístků

Celková výška rostliny (6)

Rozměry byly měřeny posuvným měřidlem, zaokrouhlovány na milimetry a u listů a lístků stejných typů průměrovány. Z naměřených hodnot byla vypočtena listová plocha rostliny jako součet plochy všech listů v okamžiku měření. U děložních lístků byla vypočtena plocha lístku jako délka x šířka. U pravých listů charakteristického tvaru byl zjištěn poměr mezi plochou obdélníku o rozměrech délka x šířka lístku a jeho skutečnou plochou, která byla zjištěna obkreslením lístku na milimetrový papír. Po provedení tohoto úkonu na deseti lístcích byl určen výpočet plochy jako délka x šířka x 0,66. Výsledky byly zpracovány do tabulek a grafů.

2.3. Výběr morfologických znaků

Z morfologických znaků byly ke sledování a následnému popisu a srovnání vybrány tvar děložních lístků a tvar pravých listů. Fotografie děložních lístků a pravých listů byly pořízeny fotoaparátem Panasonic DCM-FZ8. Morfologické znaky byly popisovány podle autorů Hejný, Slavík (1988) a Vinter (2008).

2.4. Výběr anatomických znaků

Z anatomických znaků byly pro pozorování a následný popis a srovnání vybrány tvar pokožkových buněk na svrchní a spodní straně listu, tvar průduchů na listech, stavba kořenu, hypokotylu a prvního nadděložního článku na příčném řezu. Pro zjištění tvaru pokožkových buněk listu a tvaru průduchů na listech byla použita metoda otiskových preparátů (mikroreliefová metoda). Metodika zhotovení otiskového preparátu byla převzata z <http://botany.upol.cz/prezentace/kristkova/m.pdf>. Na list byla nanesena tenká vrstva bezbarvého laku na nehty. Po zaschnutí byla přelepena a stažena pomocí izolepy a nalepena na podložní sklo. Preparát byl pozorován pod silným zacloněním. Fotodokumentace byla pořízena mikroskopem Olympus BX 40. K zhotovení řezů byla použita žiletka. Pro orientační zjištění byly provedeny vodní preparáty. Pro další pozorování a fotodokumentaci byly použity preparáty fixované glycerinem. Okraje krycích skel byly překryty bezbarvým lakem na nehty. Preparáty určené pro fotodokumentaci byly barveny safraninem. Fotodokumentace byla pořízena mikroskopem Olympus BX. Anatomické znaky byly popisovány podle Vintera (Vinter 2008).

2.5. Postup při srovnání sledovaných morfologických a anatomických znaků *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* a vyvození závěrů

Byl srovnán tvar pokožkových buněk listu, tvar průduchů na listech, postavení a tvar děložních lístků a pravých listů, anatomická stavba kořene, hypokotylu a prvního nadděložního článku na příčném řezu.

Grafy jsou umístěny ve vlastní práci. Tabulky, ze kterých příslušné grafy vycházejí, jsou umístěny v příloze.

2.6. Zhotovení návodu na dlouhodobé praktické cvičení včetně testové baterie

Na základě výše uvedených postupů a nabytých zkušeností byl vypracován návod na dlouhodobé praktické cvičení pro laboratorní cvičení a semináře z biologie včetně metodických pokynů pro učitele. Pro verifikaci nabytých znalostí byla vypracována tematická testová baterie.

Autorské řešení je umístěno v příloze.

3. Vlastní práce

3.1. Pěstování pokusných rostlin

3.1.1. Pěstování pokusných rostlin mimo vegetační období

V žárovkou osvětleném a vyhřívaném boxu (foto 1) se rostliny rychle táhly vzhůru a byly velice tenké. I po přesazení rostly velice rychle, měly tenké stonky. Po zaštípnutí vrcholů se růst zpomalil, stonky zesílily a ze zaštípnutých vrcholů vyrostly dva až tři nové. Všechny rostliny vykvetly a vytvořily nažky (foto 2 a 3). *Cannabis indica* měla nažky tmavší, mramorované, *Cannabis sativa* měla nažky světlejší a jednoduše šedo-hnědé.



Foto 1: Box pro pěstování rostlin mimo vegetační období



Foto 2: Nažky *Cannabis sativa*

Foto 3: Nažky *Cannabis indica*

3.1.2. Pěstování pokusných rostlin ve vegetačním období

Rostliny pěstované volně byly silnější, s většími listy. Rostliny nebyly přesazovány ani zaštipovány.

3.2. Sledování a zdokumentování individuálního vývoje *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* ve vegetačním období

Údaje o růstu článků stonku shrnují tabulky 1 a 2 (viz příloha) a grafy 1 až 4 (viz strana 35 a 36), údaje o celkové výšce rostliny tabulky 3 a 4 (viz příloha) a grafy 5 a 6 (viz strana 37). Údaje o růstu a ploše listů shrnují tabulky 5 až 10 (viz příloha) a grafy 7 a 8 (viz strana 40).

Růst hypokotylu

Cannabis indica: růst hypokotylu se zastavil druhý týden na délce 45 mm. Do konce sledování pouze mírně tloušťkl do konečné tloušťky 2 mm.

Cannabis sativa: růst hypokotylu se zastavil druhý týden na délce 61 mm a tloušťce 2 mm a do konce sledování svoje rozměry neměnil.

Růst prvního nadděložního článku

Cannabis indica: První nadděložní článek začal růst druhý týden. Od třetího týdne se jeho růst zpomaloval. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 51 mm, tloušťka 2 mm.

Cannabis sativa: První nadděložní článek začal růst druhý týden a koncem třetího týdne se jeho růst zastavil. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 40 mm, tloušťka 2 mm.

Růst druhého nadděložního článku

Cannabis indica: Druhý nadděložní článek začal růst třetí týden.. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 74 mm, tloušťka 2 mm.

Cannabis sativa: Druhý nadděložní článek začal růst třetí týden. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 75 mm, tloušťka 3 mm.

Růst třetího nadděložního článku

Cannabis indica: Třetí nadděložní článek začal růst čtvrtý týden.. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 61 mm, tloušťka 2 mm.

Cannabis sativa: Třetí nadděložní článek začal růst čtvrtý týden. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 88 mm, tloušťka 3 mm.

Růst čtvrtého nadděložního článku

Cannabis indica: Čtvrtý nadděložní článek začal růst pátý týden. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 7 mm, tloušťka 1 mm. Jeho vývoj nebyl ukončený.

Cannabis sativa: Čtvrtý nadděložní článek začal růst čtvrtý týden. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 66 mm, tloušťka 2 mm.

Růst pátého nadděložního článku

Cannabis indica: Pátý nadděložní článek se během pětitydenního sledování u rostliny nevyvinul.

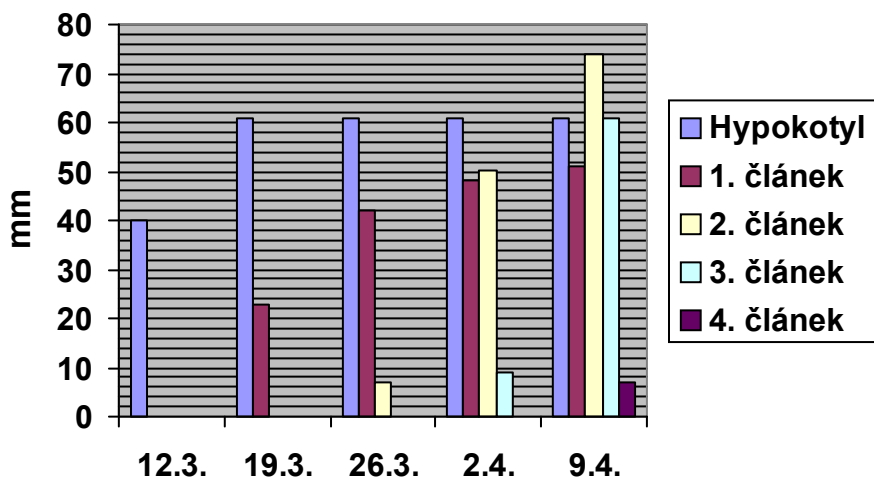
Cannabis sativa: Pátý nadděložní článek začal růst čtvrtý týden. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 20 mm, tloušťka 1 mm.

Růst šestého nadděložního článku

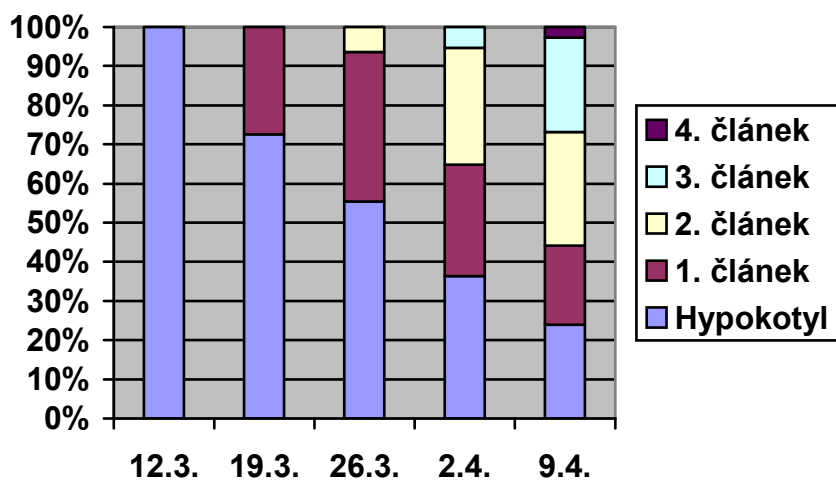
Cannabis indica: Šestý nadděložní článek se během pětitydenního sledování u rostliny nevyvinul.

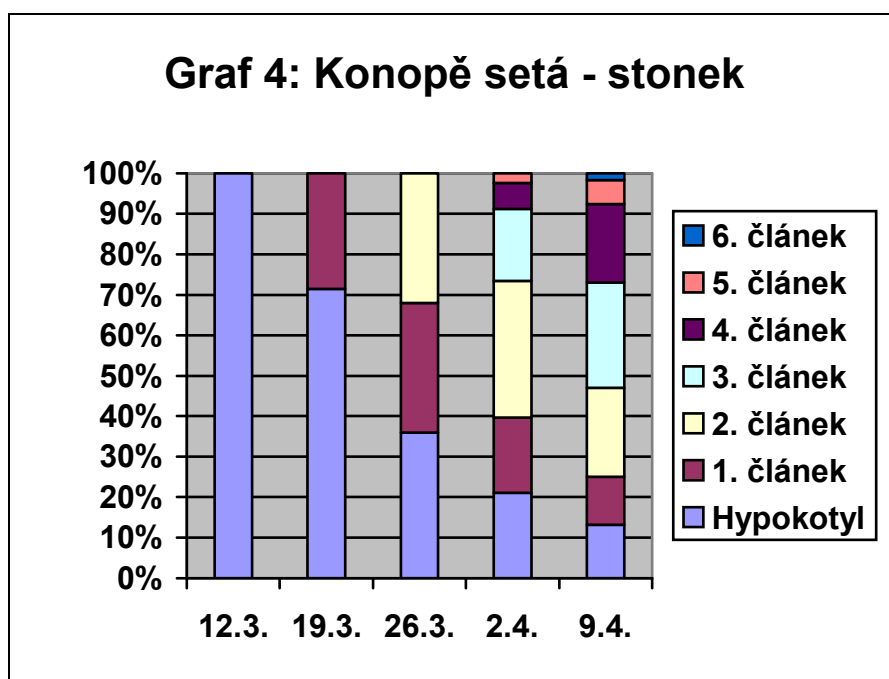
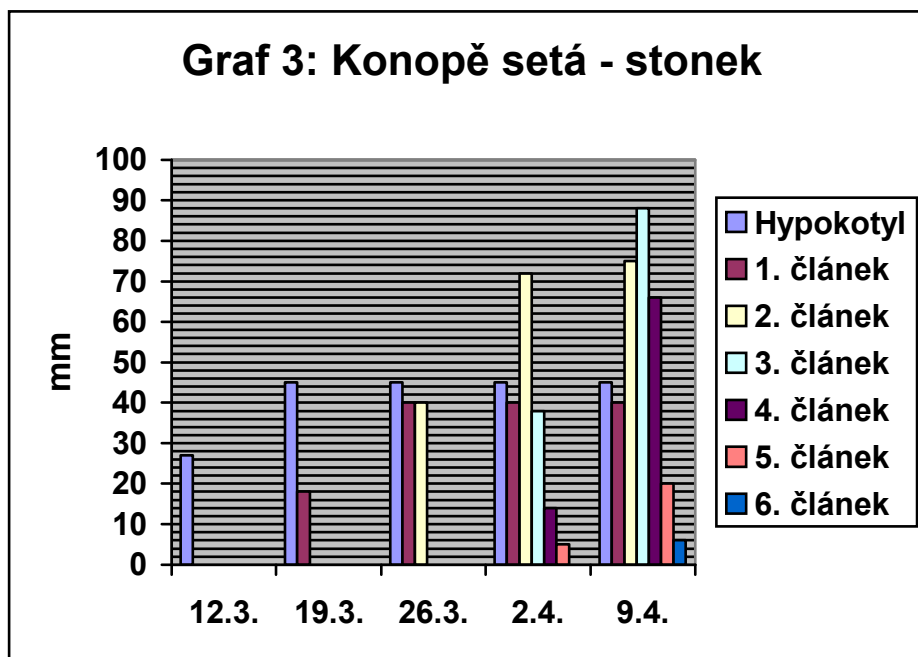
Cannabis sativa: Šestý nadděložní článek začal růst pátý týden. Při posledním měření byly naměřené hodnoty: délka 6 mm, tloušťka 1 mm.

Graf 1: Konopě indická - stonek



Graf 2: Konopě indická - stonek



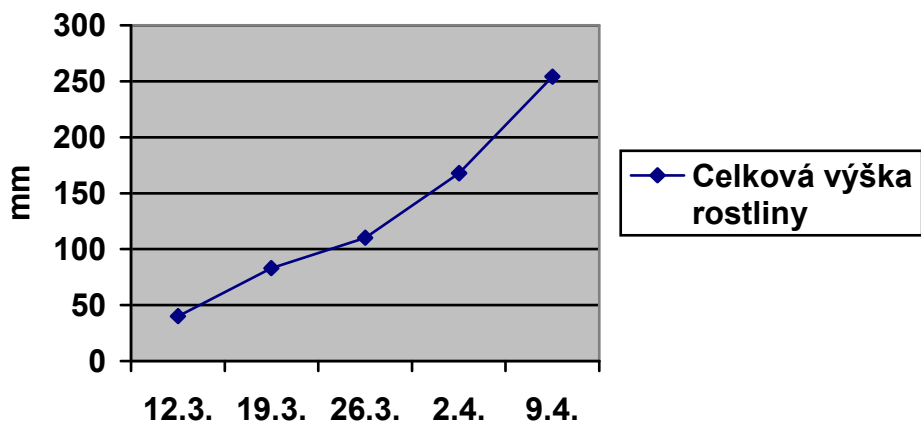


Celková výška rostliny

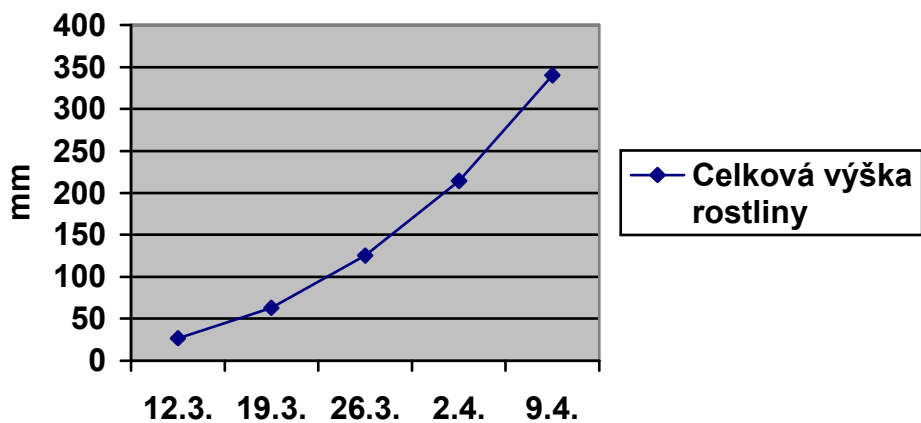
Cannabis indica: Při prvním měření byla celková výška rostliny 40 mm, při posledním 254 mm. Během sledovaného období tedy rostlina zvětšila svou výšku 6,25x.

Cannabis sativa: Při prvním měření byla celková výška rostliny 27 mm, při posledním 340 mm. Během sledovaného období tedy rostlina zvětšila svou výšku 12,59x.

Graf 5: Konopě indická - celková výška rostliny



Graf 6: Konopě setá - celková výška rostliny



Růst děložních lístků

Cannabis indica: Děložní lístky mezi prvním a třetím týdnem nezměnily své rozměry. Čtvrtý týden začaly žloutnout, pátý týden zaschly a odpadly.

Cannabis sativa: Růst děložních lístků se zastavil třetí týden. Čtvrtý týden začaly žloutnout, pátý týden zaschly a odpadly.

Růst prvních pravých listů

Cannabis indica: Růst prvních pravých listů se zastavil čtvrtý týden na průměrné délce 48,5 mm a průměrné šířce 22,5 mm. Pátý týden začaly listy žloutnout.

Cannabis sativa: Růst prvních pravých listů se zastavil třetí týden na průměrné délce 40 mm a průměrné šířce 14 mm. Čtvrtý týden začaly listy žloutnout.

Růst druhých pravých listů

Cannabis indica: Druhé pravé listy začaly růst druhý týden. Od třetího týdne začaly být dělené. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 80,5 mm a průměrná šířka 31 mm, průměrná délka párových lístků 49 mm a průměrná šířka 19 mm.

Cannabis sativa: Druhé pravé listy začaly růst druhý týden. Od třetího týdne začaly být dělené. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 74,5 mm a průměrná šířka 22 mm, průměrná délka párových lístků 44 mm a průměrná šířka 17,5 mm.

Růst třetích pravých listů

Cannabis indica: Třetí pravé listy začaly růst čtvrtý týden, během něž se plně diferencovaly. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 90 mm a průměrná šířka 31 mm, průměrná délka prvních párových lístků 69,5 mm a průměrná šířka 24 mm, průměrná délka druhých párových lístků 37 mm a průměrná šířka 12 mm.

Cannabis sativa: Třetí pravé listy začaly růst třetí týden, plně diferencované se staly během čtvrtého týdne. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 79,5 mm a průměrná šířka 21 mm, průměrná délka prvních párových lístků 71 mm a průměrná šířka 18 mm, průměrná délka druhých párových lístků 42 mm a průměrná šířka 10 mm.

Růst čtvrtých pravých listů

Cannabis indica: Čtvrté pravé listy začaly růst pátý týden. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 41,5 mm a průměrná šířka 14 mm, průměrná

délka prvních párových lístků 23,5 mm a průměrná šířka 5 mm, průměrná délka druhých párových lístků 12 mm a průměrná šířka 2 mm.

Cannabis sativa: Čtvrté pravé listy začaly růst čtvrtý týden. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 84,5 mm a průměrná šířka 21 mm, průměrná délka prvních párových lístků 69 mm a průměrná šířka 16 mm, průměrná délka druhých párových lístků 41 mm a průměrná šířka 12 mm.

Růst pátých pravých listů

Cannabis indica: Páté pravé listy se během sledovaného období nevyvinuly.

Cannabis sativa: Páté pravé listy začaly růst čtvrtý týden. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 66 mm a průměrná šířka 13 mm, průměrná délka prvních párových lístků 49 mm a průměrná šířka 9,5 mm, průměrná délka druhých párových lístků 32 mm a průměrná šířka 5 mm.

Růst šestých pravých listů

Cannabis indica: Šesté pravé listy se během sledovaného období nevyvinuly.

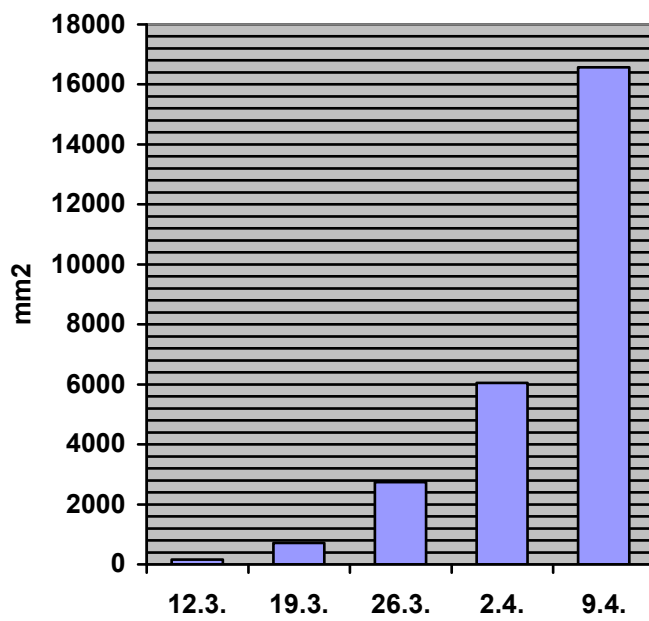
Cannabis sativa: Šesté pravé listy začaly růst pátý týden. Na konci sledovaného období byla průměrná délka nepárových lístků 28,5 mm a průměrná šířka 2,5 mm, průměrná délka prvních párových lístků 20 mm a průměrná šířka 1 mm, průměrná délka druhých párových lístků 1 mm a průměrná šířka 0,5 mm.

Listová plocha

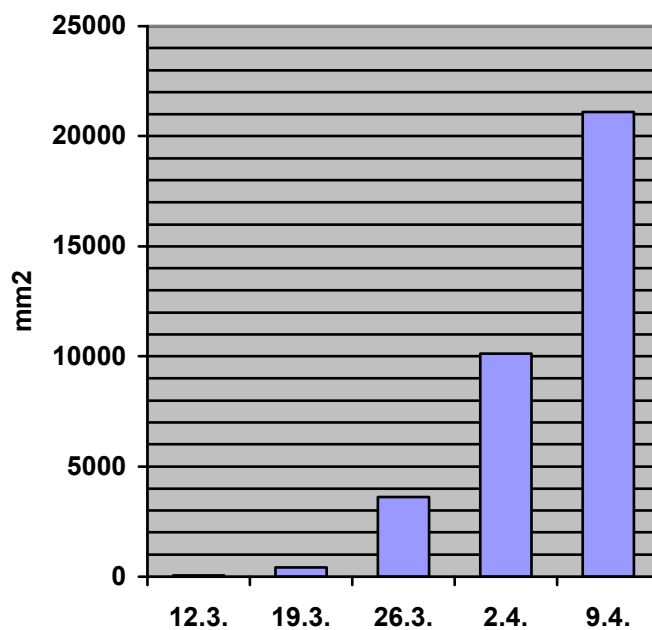
Cannabis indica: Při prvním měření byla celková listová plocha pokusné rostliny 160,34 mm², při posledním 16575,9 mm². Během sledovaného období se tedy celková listová plocha zvětšila 103,28x.

Cannabis sativa: Při prvním měření byla celková listová plocha pokusné rostliny 58,6 mm², při posledním 21109,773 mm². Během sledovaného období se tedy celková listová plocha zvětšila 360,24x.

Graf 7: Konopě indická - celková listová plocha



Graf 8: Konopě setá - celková listová plocha



Shrnutí: Přestože růst nadzemních vegetativních orgánů obou druhů rostlin vykazoval jisté rozdíly v rychlosti růstu a rozměrech orgánů, nelze z těchto zjištění vyvozovat obecné závěry, protože k srovnání byl použit pouze jeden jedinec od každého druhu rostliny.

3.3. Popis vybraných morfologických znaků

3.3.1. Popis tvaru děložních lístků

Děložní lístky obou rostlin byly přisedlé, úzké s hladkými okraji, postavení na stonku vstřícné (foto 4 a 5). Žilnatina lístků byla rovnoběžná.



Foto 4: Děložní lístky a první pravé listy *Cannabis indica*



Foto 5: Děložní lístky a první pravé listy *Cannabis sativa*

3.3.2. Popis tvaru pravých listů

První pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, jednoduché, kopinaté, s pilovitým okrajem, postavení na stonku vstřícné. (foto 4 a 5)

Druhé pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, do třetího týdne jednoduché (foto 6), od třetího týdne složené, trojčetné (foto 7). Lístky byly kopinaté, s pilovitým okrajem. Postavení listů na stonku bylo vstřícné.

Třetí pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, složené, maximálně pětičetné. Lístky byly kopinaté, s pilovitým okrajem. Postavení listů na stonku bylo vstřícné.

Čtvrté pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, složené, pětičetné. Lístky byly kopinaté, s pilovitým okrajem. (foto 8) Postavení listů na stonku bylo vstřícné.

Páté a šesté pravé listy u *Cannabis sativa* byly řapíkaté, složené, pětičetné. Lístky byly kopinaté, s pilovitým okrajem. Postavení listů na stonku bylo vstřícné. U *Cannabis indica* se páté a šesté pravé listy během sledovaného období nevyvinuly.

Žilnatina všech pravých listů byla zpeřená.



Foto 6: Druhé pravé, dosud jednoduché listy *Cannabis indica*, 2. týden



Foto 7: Druhé pravé, již trojčetné listy *Cannabis sativa*, 3. týden



Foto 8: Čtvrté pravé pětičetné listy *Cannabis sativa*

3.4. Popis vybraných anatomických znaků

3.4.1. Popis tvaru pokožkových buněk na svrchní a spodní straně listu

Pokožkové buňky obou druhů rostlin byly na svrchní i spodní straně listu laločnatého tvaru. (foto 9 až 12)

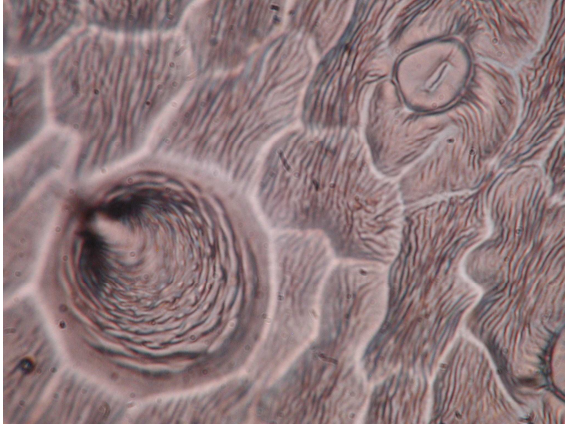


Foto 9: Svrchní pokožka *Cannabis indica* (vlevo trichom)

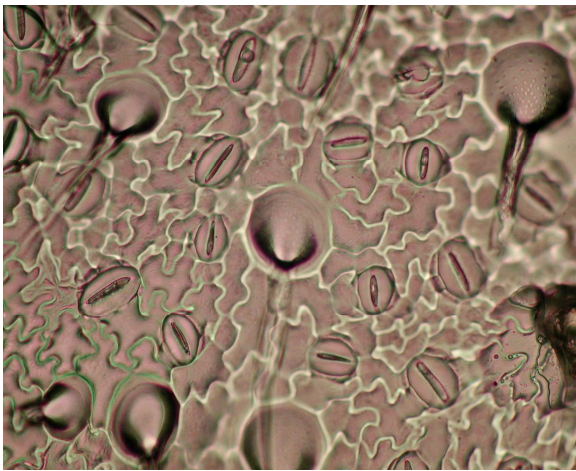


Foto 10: Spodní pokožka *Cannabis indica* s trichomy

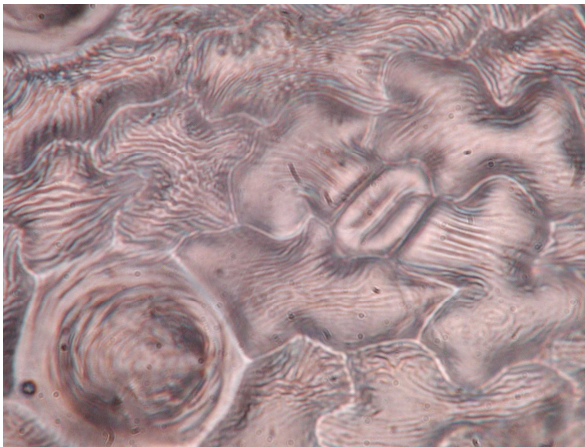


Foto 11: Svrchní pokožka *Cannabis sativa* (vlevo trichom)

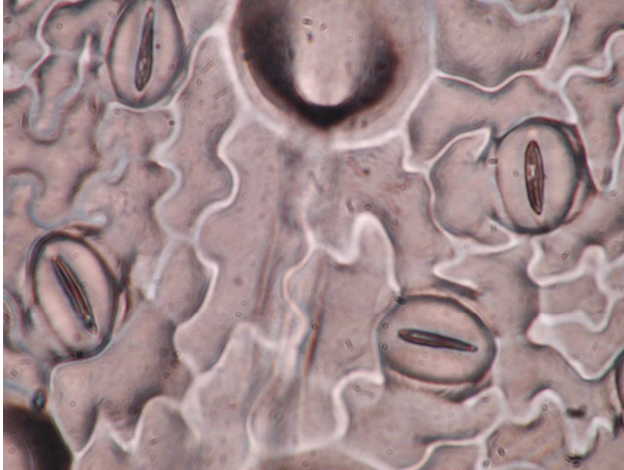


Foto 12: Spodní pokožka *Cannabis sativa* (nahore trichom)

3.4.2. Popis tvaru průduchů na listech

Průduchy anomocytického typu byly nalezeny u obou rostlin v hojné míře na spodní straně listu. (foto 10 a 12) Na svrchní straně listu byly nalezeny pouze sporadicky. (foto 9 a 11) Listy s průduchy ve spodní i svrchní pokožce jsou označovány jako amfistomatické.

3.4.3. Popis příčného řezu kořenem

Kořen obou druhů rostlin (foto 13 a 14) měl stavbu pseudoeustélé. Povrch kořene kryl korek vytvořený sekundárním tloušťnutím. Pod ním se nacházela vrstva lýka se sklerenchymatickými buňkami. Pod ní byla patrná vrstva kambia. Ve vrstvě sekundárního xylému jsou zřetelné tracheje (pravé cévy) i tracheidy (cévice) uspořádané do dřevných paprsků. Uprostřed kořene se nacházela dřev (medula). (foto 13) Ve stavbě kořene nebyly zjištěny žádné rozdíly.

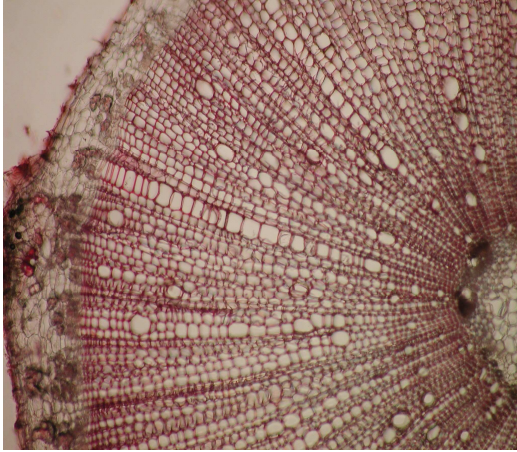


Foto 13: Kořen *Cannabis indica*

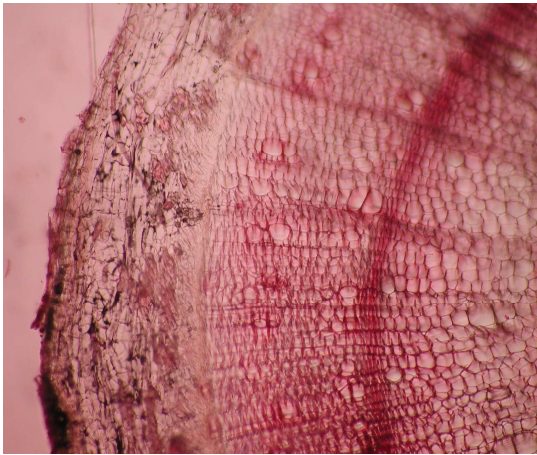


Foto 14: Kořen *Cannabis sativa*

3.4.4. Popis příčného řezu hypokotylem

Podděložní článek obou druhů rostlin měl stavbu eustélé. Povrch hypokotylu kryla epidermis. Pod ní se nacházel cortex. První vrstvou středního válce byl floém. Pod vrstvou kambia se nacházela vrstva sekundárního xylému se zřetelnými trachejemi a tracheidami uspořádanými do dřevových paprsků. Uprostřed hypokotylu se nacházela medula. Ve stavbě hypokotylu nebyly zjištěny žádné rozdíly.

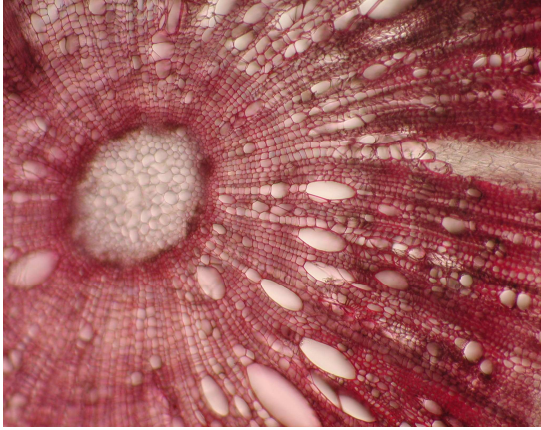


Foto 15: Hypokotyl *Cannabis indica*

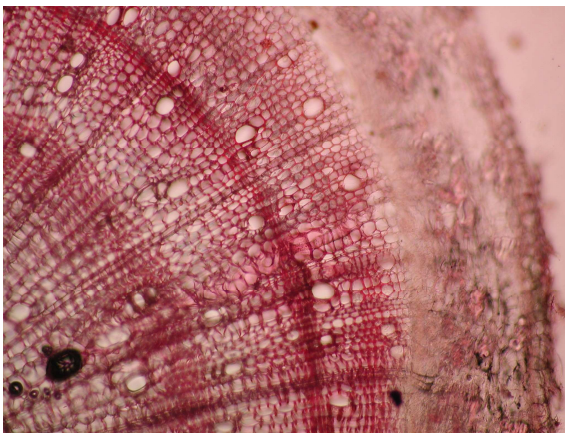


Foto 16: Hypokotyl *Cannabis sativa*

3.4.5. Popis příčného řezu prvním nadděložním článkem

První nadděložní článek obou druhů rostlin se na zhotovených preparátech stavbou nelišil od hypokotylu. Stonky obou druhů rostlin nevykazovaly žádné patrné rozdíly.

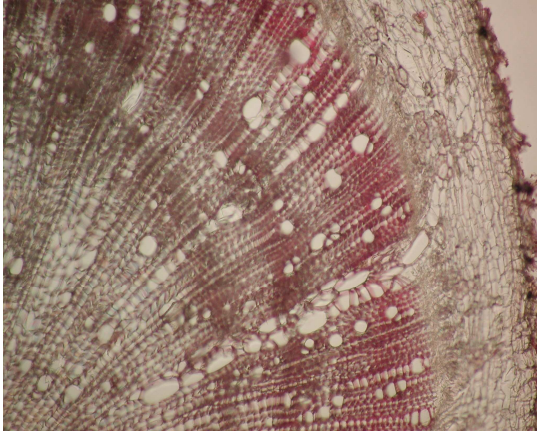


Foto 17: První nadděložní článek *Cannabis indica*

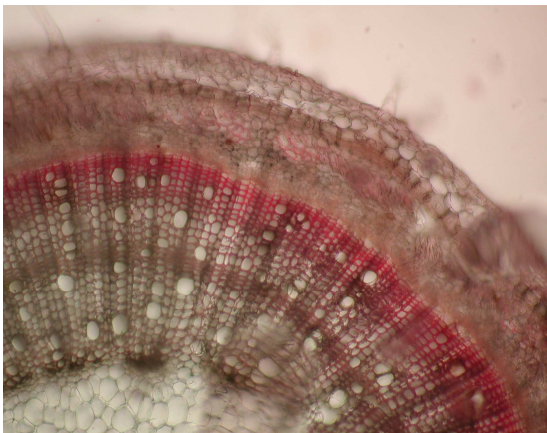


Foto 18: První nadděložní článek *Cannabis sativa*

3.5. Srovnání vybraných morfologických znaků

V postavení a tvaru děložních lístků a prvních čtyřech párů pravých listů u vybraných sledovaných jedinců *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* nebyly zjištěny rozdíly. Pátý a šestý pár pravých listů se během sledovaného období vyvinul pouze u *Cannabis sativa*.

3.6. Srovnání vybraných anatomických znaků

Na sledovaných anatomických znacích nebyly mezi druhy *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* konstatovány žádné rozdíly.

3.7. Návod na dlouhodobé praktické cvičení včetně testové baterie

Téma: Sledování a dokumentace ontogenetického vývoje pokusné rostliny

Úkol č.1: Vypěstovat pokusnou rostlinu, sledovat a zdokumentovat její vývoj

Pomůcky: zemina pro pěstování pokojových rostlin, vhodná nádoba na pěstování rostliny (květináč či kelímek od 500 g jogurtu), ubrousek, posuvné měřidlo příp. pravítko, milimetrový papír, nažky konopě seté

Postup:

1. Z literatury nastudovat informace o pokusné rostlině.
2. Na ubrousek vložit několik nažek pokusné rostliny, ubrousek přeložit, navlhčit a při pokojové teplotě nechat nažky na stinném místě klíčit. Klíčení by mělo trvat dva až sedm dní.
3. Naklíčené nažky opatrně vyjmout z ubrousku a vložit klíčkem dolů do zeminou naplněné nádoby, asi jeden centimetr pod povrch. Zeminu poté dobře navlhčit a nádobu umístit na slunné místo.
4. Den, kdy se na rostlině objeví děložní lístky, označit jako Den 1 a začít s dokumentací. Po dobu pěti týdnů sledovat: délku a šířku hypokotylu a nadděložních článků, délku a šířku děložních lístků, délku a šířku lístků pravých listů, počet lístků pravých listů, tvar děložních lístků a pravých listů. Měření a zapisování zjištěných údajů do tabulek provádět na konci každého týdne. Tvar listů správně pojmenovat podle botanického klíče.
5. Navrhnout vhodný způsob a spočítat celkovou listovou plochu pokusné rostliny pro všechna data měření. Zjištěná data zaneš do tabulek.
6. Údaje z tabulek o rozměrech rostliny a listové ploše znázornit v grafech.
7. V závěrech shrnout výsledky pozorování.

Doplňkový úkol: Pěstovat současně dvě skupiny rostlin v rozdílných podmínkách, např. jednu na slunném okenním parapetu a druhou ve stinném koutě místnosti. Po ukončení pozorování v závěrech shrnout rozdíly mezi pěstovanými skupinami.

Úkol č.2: Zhotovit otiskový preparát spodní a svrchní strany listu pokusné rostliny

Pomůcky: bezbarvý lak na nehty, izolepa, mikroskopické potřeby, mikroskop

Postup:

1. Část pokožky listu (1 x 1,5 cm) potřít tenkou vrstvou bezbarvého laku a nechat zaschnout.
2. Přes nalakovanou plochu přelepit pruh bezbarvé izolepy přesahující nalakovanou plochu o alespoň 0,5 cm, lehce přitlačit a pomalu stáhnout.
3. Izolepu s vrstvou laku nalepit na podložní sklo.
4. Otiskový preparát prohlédnout pod mikroskopem při silném zaclonění, zakreslit tvar pokožkových buněk a co nejpřesněji tvar průduchů včetně buněk, které se průduchů dotýkají.
5. Preparáty a nákresy porovnat s literaturou a pokusit se určit typ průduchů.

Metodická poznámka pro učitele:

Zařazení pokusu do výuky

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia:

Vzdělávací oblast: Člověk a příroda

Vzdělávací obor: Biologie

Vzdělávací obsah (část): Biologie rostlin

Očekávaný výstup, který se pokusu týká: Žák popíše stavbu těla rostlin, stavbu a funkci rostlinných orgánů.

Učivo: Morfologie a anatomie rostlin

Navržený pokus rozvíjí kompetence k řešení problémů a vzhledem ke skupinové práci kompetence komunikativní.

Gymnázia si na základě Rámcově vzdělávacího programu pro gymnázia zpracovala Školní vzdělávací program pro gymnázia, každé samostatně, podle svých potřeb. Proto nelze určit, ve kterém ročníku a ve kterém období se bude příslušné učivo probírat. Pokud bude tento tematický celek zařazen mimo vegetační období, je nutno počítat s tím, že rostliny nebudou vykazovat optimální růst. Proto doporučujeme pokus zařadit ve vegetačním období, ideálně v dubnu či květnu.

Zařazení pokusu do semináře nebo přírodovědných kroužků

Pokus je vhodný zařadit i v rámci přírodovědného kroužku či semináře. Díky větší volnosti je vhodné vybrat pro pokus co nejideálnější období, tj. duben, nejpozději květen.

Pěstování rostliny

Semena konopě seté je možno získat z krmných směsí pro ptáky.

Konopě je pro pokus vhodná vzhledem ke své vysoké rychlosti růstu. Pro složené listy je výpočet listové plochy obtížnější. Alternativní pokusnou rostlinou s jednoduchými listy může být např. astra.

Výpočet listové plochy

Listovou plochu lze počítat různými způsoby. Pro potřeby našeho pokusu musíme zvolit nedestruktivní metodu.

Jeden z možných postupů: Vezmeme libovolných deset lístků konopě (možno otrhat na konci pokusu), obkreslíme je na milimetrový papír a spočítáme skutečnou plochu. Tu pak porovnáme s plochou obdélníku o rozměrech délka x šířka lístku. Spočítáme průměr takto zjištěných hodnot a ten poté aplikujeme při všech výpočtech (rozměry lístků zaznamenáváme při každém měření). Průměrný poměr mezi skutečnou plochou lístku a obdélníkem by měl vyjít zhruba 2:3 (1:1 u děložních lístků).

Alternativní metodou výpočtu listové plochy je bodová (zásahová) metoda. Pod průsvitnou meotarovou fólii si podložíme milimetrový papír a na fólii nakreslíme síť bodů 0,5 x 0,5 cm. Poté list překryjeme fólií a spočítáme zásahy. Zásahy na okraji čepele se počítají pouze každý druhý. Pro přesnější výsledek provedeme měření třikrát, vždy s listem pootočeným o zhruba 30°, a z výsledků vypočteme aritmetický průměr. Každý zásah představuje 0,25 cm² listové plochy. Výslednou listovou plochu tedy spočítáme jako celkový počet zásahů x 0,25.

Doplňkový pokus

Pokud budeme chtít závěry zjištěné v doplňkovém pokusu zobecňovat, je vhodné pro pokus použít minimálně deset rostlin.

Metodika provádění pokusu

Pokus bude ideálně prováděn formou skupinové výuky. Jednu rostlinu by měli sledovat dva až tři studenti, protokol by měl vypracovat každý zvlášť. Pokud bude z pokusu společný výstup, pro účely případné fotodokumentace budou vybrány nejlepší preparáty a typově nejvhodnější rostliny.

Verifikace nabytých znalostí

Po ukončení pokusu je vhodné ověřit získané vědomosti žáků. K tomu slouží níže zařazený test. Učitel může podle uvážení některé otázky přidat, odebrat či upravit.

Drogová prevence

Marihuana a její legalizace je v současnosti jedno z otevřených témat naší společnosti. Tato práce ani návod na praktické cvičení se otázkou přímo nezabývají. Autor však zastává názor, že nejlepší drogovou prevencí je informovanost a ukázat žákům konopí jako běžnou rostlinu, zajímavou i z jiného hlediska než jejího ilegálního zneužití, z ní odstraní punc mystiky a tajemství, který může být jednou z častých příčin jejího prvního užití. Učitel také může využít příležitosti a rozvinout se třídou debatu na toto téma, považuje-li to za vhodné.

Literatura

Informace o rostlině a tvarech listů je možno čerpat z:

Hejný, S., Slavík, B. (1988): Květena České socialistické republiky 1. Academia. Praha. 557s.

Informace o tvaru průduchů je možno čerpat z:

Vinter, V. (2008): Rostliny pod mikroskopem (základy anatomie cévnatých rostlin). Tiskárna Twin s.r.o.. Olomouc. 186s.

Metodika zhotovení otiskového preparátu a bodové (zásahové) metody výpočtu listové plochy byly převzaty z prezentací na:

http://botany.upol.cz/strana.php?id=odd_bot_zahrada.

Více nejen o metodice skupinové výuky lze nalézt na:

http://spolupraceskol.cz/resources/publikace/NFS_prirucka_pro_zacinajici_ucitele_BI_OLOGIE_WEB.pdf.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia byl převzat z:

Realizační tým projektu Pilot G/GP (2007): Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. Výzkumný ústav pedagogický. Praha. 140s.

Autorský kolektiv (2007): Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický. Praha. 100s.

Test

Pokud není uvedeno jinak, je vždy správná právě jedna odpověď.

1. Konopí patří do řádu a čeledi
2. Konopí patří mezi rostliny:
 - a) jednoleté
 - b) dvouleté
 - c) víceleté
3. Která část rostliny vyklíčí jako první?
4. Vyberte a podtrhněte správný výraz:
Kořen rostliny je *pozitivně* / *negativně* geotropický. Stonek rostliny je *pozitivně* / *negativně* geotropický.
5. Nažky konopí:
 - a) zůstávají v zemi
 - b) jsou stonkem vynášeny nad povrch země
6. Nažky patří mezi plody: (více odpovědí může být správných)
 - a) nepravé
 - b) pravé
 - c) suché
 - d) pukavé
 - e) dužnaté
7. Jak se nazývá článek stonku mezi kořenem a děložními lístky?
8. Jaký typ stonku má konopí?
 - a) stvol
 - b) lodyha
 - c) stéblo
9. Stonek konopí je na průřezu:
 - a) kruhový
 - b) trojhranný
 - c) čtyřhranný
10. Listy a postranní větve stonku vyrůstají z ...

11. Děložní lístky konopí jsou: (více odpovědí může být správných)

- a) celokrajné
- b) pilovité
- c) vroubkovité
- d) přisedlé
- e) řapíkaté
- f) jednoduché
- g) složené lichozpeřené
- h) složené sudozpeřené
- i) dlanitě složené

12. První pravé listy konopí jsou: (více odpovědí může být správných)

- a) celokrajné
- b) pilovité
- c) vroubkovité
- d) přisedlé
- e) řapíkaté
- f) jednoduché
- g) složené lichozpeřené
- h) složené sudozpeřené
- i) dlanitě složené

13. Druhé a další pravé listy konopí jsou:

- a) celokrajné
- b) pilovité
- c) vroubkovité
- d) přisedlé
- e) řapíkaté
- f) jednoduché
- g) složené lichozpeřené
- h) složené sudozpeřené
- i) dlanitě složené

14. Žilnatina v pravých listech konopí:

- a) chybí
- b) je zpeřená
- c) je souběžná

15. U konopí se průduchy nachází:

- a) pouze na spodní straně listu
- b) pouze na svrchní straně listu
- c) na obou stranách listu

16. Listy konopí jsou tedy za hlediska výskytu průduchů ...

17. Doplňte, popř. vyberte a podtrhněte správnou variantu:

Průduch je tvořen dvěma , mezi nimi se nachází

Buňky, které tvoří průduch, *obsahují / neobsahují* chloroplasty. Buňky, které obklopují průduch, se tvarem *liší / neliší* od okolních pokožkových buněk. Proto se průduchy konopí nazývají

18. Pokožkové buňky listu konopí jsou:

- a) kulaté
- b) laločnaté
- c) oválné
- d) protáhlé

Autorské řešení testu je uvedeno v příloze.

4. Diskuse

U současných autorů se liší názory na systematické zařazení rodu *Cannabis*. Rosypal et al. (2003) řadí rod *Cannabis* do řádu *Urticales*, Mártonfi (2006) do řádu *Rosales*.

V literatuře se liší názory na typ listů u rodu *Cannabis*.

Novák (1961) popisuje listy druhu *Cannabis sativa* jako 5 - 9četné a považuje listy za složené.

Váša et al. (1965) považuje listy *Cannabis sativa* i *Cannabis indica* za složené.

Hendrych (1977) označuje listy *Cannabis sativa* jako dlanitě dělené a pravděpodobně je považuje za jednoduché.

Hejný, Slavík (1988) považují listy rodu *Cannabis* za 5-7 četné a tedy složené.

Dostál (1989) uvádí v charakteristice druhu *Cannabis sativa* listy jako hluboce 5 - 9sečné. Považuje listy za jednoduché.

Kubát (2002) popisuje listy druhu *Cannabis sativa* jako 5 - 7četné. Považuje listy za složené.

Kubitzki (2004) i Judd et al. (2008) popisují listy rodu *Cannabis* jako dlanitě složené (plamately compound). Kubitzki (2004) uvádí počet lístků 3 - 15.

U pozorovaných rostlin *Cannabis sativa* i *Cannabis indica* byly děložní lístky přisedlé, úzké s hladkými okraji. První pravé listy obou druhů sledovaných rostlin byly jednoduché. Tyto zjištěné skutečnosti žádný z použitých zdrojů nezmiňuje.

Při pěstování pokusných rostlin v zimním období se nepodařilo v domácím prostředí zajistit takové podmínky, aby růst probíhal optimálně. Rostliny rostly rychle, ale byly velmi tenké a měly malé listy. Ve vegetačním období probíhal růst rostlin bez problémů, i když nebyly uměle osvětlovány ani zahřívány.

Ze sledování ontogenetického vývoje nebyly vyvozovány obecné závěry o rozdílech mezi druhy *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*, protože byl podrobně sledován růst pouze jedné rostliny z každého druhu. Na sledovaných jedincích se mohly projevit různé náhodné faktory, např. zdravotní stav rostliny. Pokus však pomohl ověřit metodické postupy následně použité v návodu na dlouhodobé praktické cvičení.

V práci se nepodařilo prokázat žádné morfologické rozdíly mezi listy druhů *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*. Byl pozorován rozdíl ve tvaru a zbarvení nažek. To se shoduje s údaji z literatury.

Práce neprokázala rozdíly v anatomické stavbě kořene, hypokotylu ani prvního nadděložního článku obou druhů rostlin.

Na zhotovených preparátech nebyly pozorovány odlišnosti v anatomické stavbě hypokotylu a prvního nadděložního článku. Tato skutečnost může souviset s nezkušeností autora se zhotovováním a popisováním anatomických preparátů rostlin.

Pro účely práce nebyl zajištěn geneticky 100 % čistý materiál ověřeného původu. Pozorované znaky proto nelze s úplnou jistotou přiřadit k daným druhům jako typické.

Zařazování praktických cvičení do výuky biologie je významnou součástí širšího přírodovědného vzdělání. Na mnoha středních školách s výukou biologie se od nich ale bohužel upouští a veškerá výuka je pouze teoretická. Přitom praktická cvičení umožňují vyučovanou látku díky intenzivní osobní zkušenosti pochopit mnohem lépe. Zlepšují také kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, sociální (spolupráci ve skupině, dělbu práce), manuální zručnost při používání základních laboratorních nástrojů a v neposlední řadě i tvořivost studentů. Jsou rozvíjeny mezipředmětové vztahy. Se zpracováváním výsledků praktických cvičení je spojeno využívání poznatků z matematiky a IVT.

Předložené praktické cvičení umožňuje vyučujícímu, považuje-li to za vhodné, začít ve třídě debatu o drogách, jejich úloze v různých kulturách, o jejich legalizaci a dalších legislativních problémech s drogami souvisejícími a rizikách spojených s jejich užíváním. Dostatečná informovanost je nejúčinnější drogovou prevencí.

V důsledku lze konstatovat, že faktické výsledky této práce nejsou natolik stěžejní jako ověření metodických postupů a jejich vhodnosti pro praktické pokusy laboratorních cvičení a seminářů z biologie na středních školách.

5. Závěr

Práce s názvem **Srovnání anatomické a morfologické stavby vegetativních orgánů *Cannabis indica* a *Cannabis sativa*** shrnuje v teoretické části současnou taxonomii rostlin, fylogenezi, ontogenezi, morfologickou a anatomickou stavbu vegetativních částí rostlin. Zabývá se systematickým zařazením a přehledem nomenklatury rodu *Cannabis*, jeho botanickou charakteristikou, historií, využitím a pěstitelstvím.

V praktické části byl sledován a zdokumentován individuální růst jednoho jedince rodu *Cannabis indica* a jednoho jedince rodu *Cannabis sativa*. Byly zjištěny rozdíly v rychlosti růstu, rozměrech nadzemních vegetativních orgánů a velikosti listové plochy. Ze zjištěných údajů nebyly vyvozeny obecné závěry pro malý počet sledovaných rostlin.

Byly sledovány a zdokumentovány vybrané morfologické znaky u jedinců obou druhů: postavení a tvar děložních lístků a pravých listů. Děložní lístky obou rostlin byly přisedlé, úzké s hladkými okraji, postavení na stonku vstřícné. První pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, jednoduché, kopinaté, s pilovitým okrajem. Druhé pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, nejprve jednoduché, od třetího týdne složené, trojčetné. Lístky byly kopinaté, s pilovitým okrajem. Třetí a čtvrté pravé listy obou rostlin byly řapíkaté, složené, pětičetné.

U *Cannabis indica* se páté a šesté pravé listy během sledovaného období nevyvinuly. U *Cannabis sativa* byla stavba pátých a šestých listů shodná se stavbou čtvrtých listů.

Postavení pravých listů na stonku bylo vstřícné. .

V postavení a tvaru děložních lístků a prvních čtyřech párů pravých listů u vybraných jedinců *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* nebyly zjištěny rozdíly.

Byly sledovány a zdokumentovány vybrané anatomické znaky u jedinců obou druhů: tvar pokožkových buněk na svrchní a spodní straně listu, tvar průduchů, stavba kořene, hypokotyly a prvního nadděložního článku na příčném řezu. Pokožkové buňky měly laločnatý tvar, průduchy byly anomocytického typu. Listy byly vzhledem k přítomnosti průduchů na obou stranách listu označeny za amfistomatické. Při srovnání tvaru pokožkových buněk listů a průduchů *Cannabis indica* a *Cannabis sativa* nebyl zjištěn žádný významný rozdíl.

První nadděložní článek obou druhů rostlin se na zhotovených preparátech stavbou nelišil od hypokotyly. Kořeny ani stonky obou druhů rostlin v anatomické stavbě nevykazovaly žádné patrné rozdíly.

Byl zhotoven návod na dlouhodobé praktické cvičení včetně testové baterie pro laboratorní cvičení a semináře z biologie.

V diskusi bylo konstatováno, že se u současných autorů liší názory na systematické zařazení rodu *Cannabis*. Rosypal et al. (2003) řadí rod *Cannabis* do řádu *Urticales*, Mártonfi (2006) na základě genetické analýzy do řádu *Rosales*. V literatuře je také rozdílně popisován tvar listů rodu *Cannabis*. Hendrych (1977) a Dostál (1989) považují listy za jednoduché, dlanitosečné, Novák (1961), Váša et al. (1965), Kubát (2002), Kubitzki (2004) a Judd (2008) považují listy za dlanitě složené. Popis děložních lístků a prvních pravých listů žádný z použitých zdrojů nezmiňuje.

6. Seznam použité literatury a dalších zdrojů

- Angliss, S. et al. (2001): Almanach vědomostí. Toucan Books Limited. London. 640s.
- Autorský kolektiv (2007): Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický. Praha. 100s.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2008): Biologie. Computer Press. Brno. 1332s.
- Dostál, J. (1989): Nová květena ČSSR 1. Academia. Praha. 758s.
- Hegi, G. (1981): Illustrierte Flora von Mitteleuropa: Pteridophyta, Spermatophyta. Bd. III, Teil 1. Parey. Berlin. 504s.
- Hejný, S., Slavík, B. (1988): Květena České socialistické republiky 1. Academia. Praha. 557s.
- Hendrych, R. (1977): Systém a evoluce vyšších rostlin. SPN. Praha. 517s.
- Hladík, V., Kozel, T., Miklas, Z. (1977): Textilní materiály. SNTL. Praha. 225s.
- Judd, W.S. et al. (2008): Plant systematics: a phylogenetic approach. Sinauer Associates. Sunderland. 611s.
- Kubát, K. (2002): Klíč ke květeně české republiky. Academia. Praha. 927s.
- Kubitzki, K. (2004): Flowering plants, Dicotyledons: Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales vol. II. Springer. Berlin. 489s.
- Mártonfi, P. (2006): Systematika cievnatých rastlín. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Košice. 220s.
- Novák, F.A. (1961): Vyšší rostliny. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha. 933s.
- Pecharová, E., Hejný, S. (1993): Botanika I. DONA. České Budějovice. 173s.
- Polívka, F. (1908): Rostliny cizích zemí. Nakladatelství R. PROMBERGRA. Olomouc. 646s.
- Pospíšil, Z. a kol. (1965): Textilní příručka. SNTL. Praha. 991s.
- Realizační tým projektu Pilot G/GP (2007): Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. Výzkumný ústav pedagogický. Praha. 140s.
- Rosypal, S. a kol. (2003): Nový přehled biologie. Scientia. Praha. 797s.
- Švédová, J. a kol. (1978): Technické textilie. Výzkumný ústav lýkových vláken. Šumperk. 453s.
- Vinter, V. (2008): Rostliny pod mikroskopem (základy anatomie cévnatých rostlin). Tiskárna Twin s.r.o.. Olomouc. 186s.

Internetové zdroje

Biotox, encyklopedie psychotropních rostlin: <http://www.biotox.cz/enpsyro/pj3rcan.html>
9.6.2011

Botanická zahrada UP Olomouc: http://botany.upol.cz/strana.php?id=odd_bot_zahrada
2.12.2011

Cannabis Science: <http://www.cannabisscience.com/news-a-media/press-releases/208-israels-expansion-of-medical-cannabis-program.html> 12.6.2011

Český konopářský svaz:

<http://81.0.228.110/default.asp?ids=2018&ch=203&typ=1&val=108937> 10.5.2011

Český statistický úřad:

[http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBE9D/\\$File/21041107.pdf](http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBE9D/$File/21041107.pdf) 1.12.2011

[http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBEA4/\\$File/21041108.pdf](http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/C3004DBEA4/$File/21041108.pdf) 1.12.2011

Občanské sdružení Konopa: <http://www.konopa.cz/index.php?dok=00890000000186,det>
19.5.2011

Příručka pro začínající učitele:

http://spolupraceskol.cz/resources/publikace/NFS_prirucka_pro_zacinajici_ucitele_BIOLOGIE_WEB.pdf 25.11.2

7. Přílohy

7.1. Tabulky

Příloha 1: Tab. 1: Konopě indická– rozměry stonku (délka / průměr; mm)

Datum	Hypokotyl	1. článek	2. článek	3. článek	4. článek
12.3.	40/1	-	-	-	-
19.3.	61/2	23/2	-	-	-
26.3.	61/2	42/2	7/1	-	-
2.4.	61/2	48/2	50/2	9/1	-
9.4.	61/2	51/2	74/2	61/2	7/1

Příloha 2: Tab. 2: Konopě setá – rozměry stonku (délka / průměr; mm)

Datum	Hypokotyl	1. článek	2. článek	3. článek	4. článek	5. článek	6. článek
12.3.	27/1	-	-	-	-	-	-
19.3.	45/1	18/1	-	-	-	-	-
26.3.	45/2	40/2	40/2	-	-	-	-
2.4.	45/2	40/2	72/2	38/2	14/1	5/0,5	-
9.4.	45/2	40/2	75/3	88/2	66/2	20/1	6/1

Příloha 3: Tab. 3: Konopě indická – celková výška rostliny (mm)

Datum	Celková výška rostliny
12.3.	40
19.3	83
26.3.	110
2.4.	168
9.4.	254

Příloha 4: Tab. 4: Konopě setá – celková výška rostliny (mm)

Datum	Celková výška rostliny
12.3.	27
19.3	63
26.3.	125
2.4.	214
9.4.	340

Příloha 5: Tab. 5: Konopě indická– rozměry listů (délka / šířka; mm)

Datum	Děl. lístky	1. pravé listy		2. pravé listy		3. pravé listy		4. pravé listy	
		liché lístky	sudé lístky	liché lístky	sudé lístky	liché lístky	sudé lístky	liché lístky	sudé lístky
12.3.	9,5/5	-	-	-	-	-	-	-	-
19.3.	9,5/5	5,5/3	-	-	-	-	-	-	-
26.3.	9,5/5	33,5/21	15/7	-	-	-	-	-	-
2.4.	žloutnou	60,5/28	38,5/15	28/14	17,5/6,5	8/1	-	-	-
9.4.	odpadly	80,5/35	49/19	90/31	69,5/24	37/12	41,5/14	23,5/5	12/2

Příloha 6: Tab. 6: Konopě setá – rozměry listů (délka / šířka; mm)

Datum	Dél. lístky	1. listy		2. pravé listy		3. pravé listy		4. pravé listy		5. pravé listy		6. pravé listy				
		liché listky	sudé listky	liché listky	sudé listky	1. sudé listky	2. sudé listky	liché listky	2. sudé listky	liché listky	1. sudé listky	2. sudé listky	liché listky	1. sudé listky	2. sudé listky	
12.3.	6,5/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19.3.	8/4	23/9,5	11,5/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
26.3.	14,5/4	40/14	58/22	31/10	20/7	11,5/2	-	-	-	-	-	-	-	-		
2.4.	žloutnou	40/14	71/22	42/10	69/19	58/15	21,5/4,5	52/14	33/8,5	20,5/4	20/0,5	1,3/0,2	0,5/0,1	-		
9.4.	odpadly	40/14	74,5/22	44/17,5	79,5/21	71/18	42/10	84,5/21	69/16	41/12	66/13	49/9,5	32/5	28,5/2,5	20/1	1/0,5

Příloha 7: Tab. 7: Konopě indická – plocha listů (mm²)

Datum	Dél. lístky	1. pravé listy		2. pravé listy		3. pravé listy		4. pravé listy			
		liché listky	sudé listky	liché listky	sudé listky	liché listky	1. sudé listky	2. sudé listky	liché listky	1. sudé listky	2. sudé listky
12.3.	95	65,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.3.	95	594	21,78	-	-	-	-	-	-	-	-
26.3.	95	1440,45	928,62	277,2	-	-	-	-	-	-	-
2.4.	žloutnou	1440,45	2236,08	1524,6	300,3	21,12	-	-	-	-	-
9.4.	odpadly	žloutnou	3719,1	2457,84	3682,8	4403,52	1172,16	766,92	310,2	63,36	-

Příloha 8: Tab. 8: Konopě indická – celková listová plocha (mm²)

Datum	Listová plocha
12.3.	160,34
19.3	710,78
26.3.	2741,27
2.4.	6039,99
9.4.	16575,9

Příloha 9: Tab. 9: Konopě setá – plocha listů (mm²)

Datum	Dél. lístky	1. pravé listy		2. pravé listy		3. pravé listy		4. pravé listy		5. pravé listy		6. pravé listy	
		liché lístky	sudé lístky	liché lístky	sudé lístky	liché lístky	1. sudé lístky	2. sudé lístky	liché lístky	1. sudé lístky	2. sudé lístky	liché lístky	1. sudé lístky
12.3.	52		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.3.	64		288,42	60,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.3.	116		739,2	1684,32	818,4	60,72	184,8	-	-	-	-	-	-
2.4.	žloutnou		739,2	2061,84	1108,8	2296,8	1730,52	960,96	740,52	216,48	0,6864	0,132	-
9.4.	odpadly		739,2	2163,48	2032,8	3373,92	2203,74	2342,34	2914,56	1298,88	1228,92	422,4	1,32

Příloha 10: Tab. 10: Konopě setá – celková listová plocha (mm²)

Datum	Listová plocha
12.3.	58,6
19.3	413,14
26.3.	3603,44
2.4.	10124,558
9.4.	21109,773

7.2. Autorské řešení testové baterie

Příloha 11: Autorské řešení

Správné odpovědi vychází z následující literatury:

Hejný, S., Slavík, B. (1988): Květena České socialistické republiky 1. Academia. Praha. 557s.

Vinter, V. (2008): Rostliny pod mikroskopem (základy anatomie cévnatých rostlin). Tiskárna Twin s.r.o.. Olomouc. 186s.

1. Konopí patří do řádu *Urticales* a čeledi *konopovité (Cannabaceae)*

Pozn. Novější literatura (Mártonfi 2006) zařazuje rod Cannabis do řádu *Rosales*.

2. Konopí patří mezi rostliny:

a) *jednoleté*

b) *dvouleté*

c) *víceleté*

3. Která část rostliny vyklíčí jako první? *kořen*

4. Vyberte správný výraz:

Kořen rostliny je *pozitivně / negativně* geotropický. Stonek rostliny je *pozitivně / negativně* geotropický.

5. Nažky konopí:

a) *zůstávají v zemi*

b) *jsou stonkem vynášeny nad povrch země*

6. Nažky patří mezi plody: (více odpovědí může být správných)

a) *nepravé*

b) *pravé*

c) *suché*

d) *dužnaté*

e) *pukavé*

f) *nepukavé*

7. Jak se nazývá článek stonku mezi kořenem a děložními lístky? ***podděložní článek (hypokotyl)***
8. Jaký typ stonku má konopí?
- a) stvol
 - b) lodyha**
 - c) stéblo
9. Stonek konopí je na průřezu:
- a) kruhový**
 - b) trojhranný
 - c) čtyřhranný
10. Listy a postranní větve stonku vyrůstají z ***uzlin (nodu)***
11. Děložní lístky konopí jsou: (více odpovědí může být správných)
- a) celokrajné**
 - b) pilovité
 - c) vroubkovité
 - d) přisedlé**
 - e) řapíkaté
 - f) jednoduché**
 - g) složené lichozpeřené
 - h) složené sudozpeřené
 - i) dlaniť složené
12. První pravé listy konopí jsou: (více odpovědí může být správných)
- a) celokrajné
 - b) pilovité**
 - c) vroubkovité
 - d) přisedlé**
 - e) řapíkaté
 - f) jednoduché**
 - g) složené lichozpeřené
 - h) složené sudozpeřené
 - i) dlaniť složené
13. Druhé a další pravé listy konopí jsou:
- a) celokrajné
 - b) pilovité**

- c) vroubkovité
- d) přisedlé
- e) řapíkaté**
- f) jednoduché
- g) složené lichozpeřené**
- h) složené sudozpeřené
- i) dlanitě složené

14. Žilnatina v pravých listech konopí:

- a) chybí
- b) je zpeřená**
- c) je souběžná

15. U konopí se průduchy nachází:

- a) pouze na spodní straně listu
- b) pouze na svrchní straně listu
- c) na obou stranách listu**

16. Listy konopí jsou tedy za hlediska výskytu průduchů: **amfistomatický**

17. Doplňte, popř. vyberte správnou variantu:

Průduch je tvořen dvěma **svěracími buňkami**, mezi nimi se nachází **průduchová štěrbin**a. Buňky, které tvoří průduch, **obsahují** / **neobsahují** chloroplasty. Buňky, které obklopují průduch, se tvarem **liší** / **neliší** od okolních pokožkových buněk. Proto se průduchy konopí nazývají **anomocytické** .

18. Pokožkové buňky listu konopí jsou:

- a) kulaté
- b) laločnaté**
- c) oválné
- d) protáhlé