

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Agroekosystémů

Vedoucí katedry: Prof. Ing. Jan Moudrý, CSc

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technologie pěstování a hnojení konopí (*Cannabis*) a způsoby jeho využití

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Autor bakalářské práce: Markéta Jarošová

České Budějovice, 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma Technologie pěstování a hnojení konopí (*Cannabis*) a způsoby jeho využití jsem vypracovala samostatně a použila jsem literaturu a studijní materiály uvedené v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

.....

Markéta Jarošová

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a všestrannou pomoc při sestavování této bakalářské práce. Mé poděkování patří i pěstiteli Václavu Říhovi za poskytnuté informace o pěstování konopí setého v praxi. Velký dík patří také všem v mém nejbližším okolí.

ABSTRAKT

Konopí je dnes považováno za velmi perspektivní plodinu, jejíž části jsou využitelné téměř beze zbytku. Rostlina je snadno biologicky rozložitelná, a proto nedochází k problému s likvidací odpadu. Hluboký kořenový systém kypří půdu a brání erozi. Dokáže absorbovat těžké kovy z kontaminovaných půd. Pro dosažení ekonomického efektu jsou vhodné půdy úrodné, hluboké, dobře zásobené živinami s neutrální až mírně zásaditou reakcí. Průměrný výnos semene v České Republice je 0,6 t.ha⁻¹ a 6 až 7 t.ha⁻¹ stonku.

Tato práce se zaměřuje na shrnutí informací o pěstování, hnojení a možnostech využití konopí setého. První část práce je věnována původu, botanické charakteristice, morfologii a anatomii a zásadám pěstování. Druhá část se zabývá chemickým složením, účinnými látkami a využitím konopí v jednotlivých odvětvích průmyslu. V práci byl navržen osevní postup na pětileté období pro odrůdu Bialobrzeskie, pěstovanou na semeno a stonku. Byly zvoleny předplodiny pro podnik bez živočišné produkce a určeny dávky dusíkatých, fosforečných, draselných a hořečnatých hnojiv a vhodná mechanizace pro sklizeň.

Klíčová slova:

Konopí seté (*Cannabis sativa*), pěstování, sklizeň, využití, cannabinoidy

ABSTRACT

Contemporary is Hemp (*Cannabis sativa* L.) considered as a very promising plant whose parts can be used almost completely. Hemp is grown especially for fiber and seed. The plant is good biodegradable, so it causes no problems with waste disposal. The root system is deep and loosens the soil and prevents erosion. Hemp accumulate heavy metals from contaminated soils. To achieve the economic benefit are suitable fertile, deep soils with good nutrient supply and neutral or slightly alkaline reaction. Average seed yield in the Czech Republic is 0.6 t ha⁻¹ and 6-7 t ha⁻¹ stem.

This study focuses on summarizing information about the cultivation, fertilization and the possibilities of using hemp. The first part is devoted to the origin, botanical characteristics, morphology and anatomy and principles of cultivation. The second part deals with the chemical composition, effective substances and use of cannabis in various industries. In this work was proposed five years crop rotation period for a variety Bialobrzeskie, grown for seed and stem. Then were selected pre-crops suitable for business without animal production and determined doses of nitrogen, phosphorous, potassium and magnesium fertilizers and suitable harvest mechanization.

Key words:

Hemp (*Cannabis sativa*), cultivation, harvest, use, cannabinoids

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. CÍL	8
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	9
3.1. Původ a rozšíření.....	9
3.2. Botanická charakteristika.....	10
3.2.1. Druhy konopí.....	11
3.3. Morfologie a anatomie konopí setého.....	12
3.4. Fenologie konopí.....	16
4. ODRŮDY KONOPÍ SETÉHO	18
5. VÝNOS	20
6. ZÁSADY PĚSTOVÁNÍ	20
6.1. Nároky na stanoviště.....	21
6.2. Osevní postup.....	21
6.3. Příprava půdy.....	21
6.4. Setí.....	22
6.5. Výživa a hnojení.....	23
6.6. Ochrana rostlin.....	26
6.6.1. Plevelé.....	26
6.6.2. Škůdci a choroby.....	26
6.7. Sklizeň.....	29
6.7.1. Sklizeň stonku.....	30
6.7.2. Sklizeň na semeno.....	32
6.7.3. Obracení a shrabování.....	33
6.7.4. Lisování.....	34
6.8. Posklizňové zpracování.....	34
6.8.1. Stonky.....	34
6.8.2. Semeno.....	36
7. CHEMICKÉ SLOŽENÍ A ÚČINNÉ LÁTKY	36
7.1. Metody stanovení obsahu cannabinoidů.....	39
7.2. Farmakologické účinky účinných látek.....	41
8. VYUŽITÍ KONOPÍ	44
8.1. Textilní průmysl.....	44
8.2. Papírenský průmysl.....	45

8.3. Stavebnictví.....	45
8.3.1. Laky	46
8.4. Automobilový průmysl	47
8.5. Potravinářský průmysl	48
8.6. Kosmetický průmysl	50
8.7. Medicína.....	50
8.8. Energetický průmysl	51
8.9. Další možnosti využití.....	51
9. VNĚJŠÍ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ OSAH CANNABINOIDŮ	53
10. EKONOMIKA PĚSTOVÁNÍ	55
11. NÁVRH TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ KONOPI STÉHO PRO KOMBINOVANOU SKLIZEŇ	56
12. ZÁVĚR.....	60
13. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
14. PŘÍLOHY	66

1. ÚVOD

Začne-li se v současné době hovořit o rostlině konopí (*Cannabis*), pro většinu lidí to znamená zejména spojitost s užíváním konopí jako měkké drogy marihuany (tvoří ji sušené listy a květenství). V minulosti ovšem tato rostlina pocházející z Asie byla hojně pěstována zejména kvůli mnoha možnostem využití (přadné, olejné a léčivé vlastnosti). Dnes nachází uplatnění především jako potravina a průmyslový materiál. Ze semen se získává kvalitní vysychavý a výživný olej s vysokým obsahem kyseliny linolové a linolenové. Kvalitní vlákno je využitelné v textilní i papírenské výrobě, automobilovém průmyslu, stavebnictví. Pazdeří získávané jako vedlejší produkt při zpracování vlákna se uplatňuje jako stelivo a zdroj energie.

Rostlina konopí dozrává za 100 až 150 dní. Skládá se z kulovitěho kořene, vláknitého stonku, typicky zubatých listů, pryskyřičnatých květů, ve kterých se tvoří olejnaté nažky. V zelených částech rostlin se nachází aktivní látky zvané cannabinoidy, chránící rostlinu před chorobami a škůdci. Rostlinné cannabinoidy působí v lidském těle podobně, jako tělu vlastní substance, tzv. endocannabinoidy, jež vykonávají v lidském těle nespočet přirozených funkcí.

Konopí je možné pěstovat v oblastech s různou zeměpisnou šířkou, neboť je velmi přizpůsobivé. Na vytvoření jednotky sušiny potřebuje dvakrát více vody než obilniny. Na mráz je citlivější, ale mladé rostlinky snášejí slabší mrazíky až do -6°C . Značné nároky má na půdu, která by měla být úrodná s nízkou spodní vodou, dobře vyhnojená a bohatě zásobená humusem. Při nižších výnosech se dá pěstovat také na horších půdách v chladnějších oblastech. Na zařazení do osevního postupu není konopí náročné. Nejvhodnějšími předplodinami jsou takové, které zanechávají půdu čistou, kyprou, dobře zásobenou živinami (okopaniny, kukuřice, luskoviny, jetel, vojtěška). Snáší i pěstování po sobě a je možné opakované pěstování. Konopí zanechává půdu čistou a v dobrém stavu. Je také dobrou předplodinou pro náročné zemědělské plodiny.

2. CÍL

Cílem práce je formou literární rešerše shrnout informace o možnostech pěstování konopí, využití a technologii zpracování.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. Původ a rozšíření

Konopí patří mezi nejstarší rostliny, pěstovaných od samých počátků zemědělství (Gabrielová, 2007). Svědčí o tom nespočetné nálezy z pohřebišť a hrodek, v nichž byly objeveny keramické předměty ozdobené konopným provázkem, dále konopné tkaniny staré 12000 let př. n. l. z lokalit po celé Číně (Robinson, 2004). Původní domovinou je pravděpodobně centrální Asie nebo Čína. Podle nejstarších čínských záznamů se v Číně pěstovalo konopí na vlákno již před 5000 lety. V Indii pěstovali konopí pro lékařské účely v 8. až 9. stoletím př. n. l. Do Evropy přinesli konopí v 7. století př. n. l. z Asie Skytové (Gabrielová, 2007). Později Arabové přinesli konopí z Afriky do Španělska a ostatních vstupních přístavů ve Středozezemním moři. Na dalším šíření se podíleli i ptáci, mající výživné semínko v oblibě (Robinson, 2004). Produkty z konopí potřebovali především námořníci a vojáci na plachty, lana, uniformy, ale i ostatní obyvatelstvo a papírenská výroba.

Na našem území dosáhlo pěstování konopí největšího rozmachu v 18. století (Gabrielová, 2007). Od počátku 20. století docházelo postupně k poklesu ploch, způsobeném dovozem levnějšího bavlněného vlákna. Na území současné České Republiky a Slovenska činila plocha v roce 1920 12000 ha, v roce 1936 7400 ha, v období let 1948 až 1955 6150 ha, v roce 1960 6120 ha (pouze na území Slovenska).

Konopí se ve světě pěstovalo a využívalo bez omezení až do 30 let 19 stol. Zákaz pěstování konopí poprvé prosadila průmyslová lobby v USA, kdy byl v roce 1937 prosazen zákon, který změnil status konopí na plodinu zakázanou. Postupně potom konopí zakázaly další země. V současné době se začíná s novým pohledem na konopí měnit legislativa ve prospěch konopí v zemích, kde bylo jeho pěstování zakázáno (Stražil, 2006).

Na území České Republiky se konopí pěstovalo až do roku 1956, po té se konopí pěstovalo jen na Slovensku, ale plocha postupně klesala a pěstování bylo ukončeno v roce 1988. Hlavním důvodem byla velká náročnost na ruční práci při sklizni a posklizňové úpravě stonku, nedostatečné mechanizační vybavení. Investice do strojového vybavení při malé pěstební ploše nebyly ekonomicky výhodné. Pro

potřeby textilního průmyslu bylo konopné vlákno dováženo zejména z Maďarska (Šnobl, 2004). V devadesátých letech dvacátého století zaznamenává konopný průmysl období „renesance“. V České Republice se pěstování konopí setého obnovuje po roce 1999, kdy vstoupila v platnost legislativa umožňující pěstovat odrůdy konopí s obsahem omamné látky THC nižším než 0,3%, označované jako technické konopí (Klvaňová a Ruman, 2008).

3.2. Botanická charakteristika

Říše	Rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše	Cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení	Krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída	Vyšší dvouděložné (<i>Rosopsida</i>)
Řád	Růžotvaré (<i>Rosales</i>)
Čeleď	Konopovité (<i>Cannabaceae</i>)
Rod	Konopí (<i>Cannabis</i>)
Druhy	Indické (<i>Indica</i>) Rumištní (<i>Ruderalis</i>) Seté (<i>Sativa</i>)

(zdroj: <http://www.biolib.cz/cz/taxonposition/id3465/>)

Konopí je jednoletá dvoudomá rostlina, 80-350 cm vysoká bylina s přímou a v horní části krátce větvenou lodyhou. Listy jsou dlanité 5-7 čtné. Lístky mají sytě zelenou barvu a jsou pilovité. Samčí květenství je latnaté, zbarvené do žluta a dozrává o 4-6 týdnů dříve než samičí. Samičí květenství je úžlabní, tmavozelené (Pantůček, 2010). Složené samičí květy produkují vonné látky a pryskyřice. Rostlina je schopná přizpůsobit se různorodým přírodním podmínkám, a proto se vyskytuje v každém podnebném pásu, kromě pouští a polárních oblastí. Místo výskytu ovšem ovlivňuje habitus rostliny a obsah pryskyřice v květech (hlavně psychoaktivního tetrahydrocannabinolu – delta -9-THC). Pryskyřice obsahuje THC, sloužící rostlině, jako ochrana proti UV záření (Ruman, 2014).

3.2.1. Druhy konopí

Konopí indické (*Cannabis indica Lam*)

Dvoudomá rostlina, jejíž stonek dorůstá 1,5 m, je hojně větven a olistěn. Listy jsou dlanitě dělené, zaoblené, 9-12 čítné, lístky čárkovitě kopinaté. Plodem je tmavá, lesklá mramorovitě zbarvená nažka (Šnobl, 2004). Doba kvetení je 50-70 dní (Adams, 2012). Pěstuje se pro omamné látky obsažené v zelených částech rostliny, především v prskyřici samičího květenství (obsah THC 8-12 %), sloužící k výrobě hašiše (až 40 % THC (Šnobl, 2004)). Roste v oblastech kolem 30° severní šířky např.: Indie, Írán, Turecko, Maroko, Severní Amerika. Ve většině zemí je pěstování zakázáno kvůli tlumícím a omamným účinkům (Adams, 2012).

Konopí rumištní (*Cannabis ruderalis*)

Jde o jednoletý plevel nízkého vzrůstu, rostoucí ve východní Evropě (Gabrielová, 2007). Dorůstá výšky do 1 metru. Stonek je tenký a slabě olistěný. Rostlina je odolná proti škůdcům a nemocem. Z chemických látek převládá cannabidiol, obsah delta-9-THC je nižší. Odrůdy rumištního konopí jsou méně závislé na světelné periodě, a proto dozrávají přibližně za 70 dní bez ohledu na délce slunečního svitu. Využívá se ke křížení nových odrůd (Ruman, 2014).

Konopí seté (*Cannabis sativa, L.*)

Převážně dvoudomé, ale vyskytují se i varianty jednodomé, které jsou v průmyslovém využití preferovány (Šnobl, 2004). Vyznačuje se vyšším vzrůstem až 3,5 metru v závislosti na odrůdě a řidším větvením. Prsty listů jsou úzké a špičaté (José, 2012). Semena jsou hladká bez skvrn a mramorování (Adams, 2012). Je typické pro mírné klimatické pásmo. Po zasetí dozrává za 50 až 160 dní podle odrůdy. Kromě odrůd využívaných pro hospodářské účely, sem patří také odrůdy vyššího vzrůstu bohatší na THC se schopností navodit euforizující stavy (Ruman, 2014). Konopí seté se člení na 4 geografické skupiny:

Tabulka č. 1.: Charakteristika geografických skupin konopí setého

Geografická skupina	Vegetační období (dnů)	Stonky	Listy	Semeno	Rozšíření	Výnos
Severní	60-80	Do 0,8m, málo větvené s krátkými internodii	Malé, 3-5četné	Malé, HTS 7-16 g	Sever Ruska, Finsko	Malý
Středoruské	90-120	Do 2m, více nebo méně rozvětvené	Středně velké, 3-9četné, široké	Středně velké, HTS 14-18 g	Střední – východní Evropa	Vysoký vlákna, menší semena
Jižní	120-165	2-4 m, málo větvené	Velké, 9-13četné	Velké, kulaté, HTS 16-26 g	Teplejší oblasti	Středně vysoký vlákna, menší semena
Hašišné	130-150	1,1-1,15 m, bohatě větvené	Velké, široké, 9-13četné, používané pro získání hašiše	Malé, oválného tvaru	Indie, Afgánistán, severní Afrika	Malý vlákna, semena střední

(Šnobl, 2004).

Z hlediska výrobní praxe má zemědělský význam zejména konopí jižní a středoruské, které reprezentuje více než 90 % všech světových pěstitelských ploch (Šnobl, 2004).

Ruman (2014) uvádí přechodný středoevropský typ mezi typem středoruským a jižním. Kombinuje kvality obou a dosahuje vysokých výnosů vláken i semen při zachování nízkého obsahu psychoaktivního THC. Dorůstá do výšky 3 metrů, vegetační doba se pohybuje v rozmezí 100 – 150 dnů.

3.3. Morfologie a anatomie konopí setého

Konopí je jednoletá dvoudomá rostlina. Můžou se ale vyskytovat odrůdy jednodomé, které vytváří na každé rostlině květenství samčí i samičí. Ojedinele se vyskytují typy hermafroditní, které jsou neplodné (Šnobl, 2004). Samčí tzv. poskonné rostliny jsou vyšší, štíhlejší a dříve kvetou. Jejich úlohou je opylení samičích květů,

v nichž později dozrávají plodné nažky. Po té samci usychají a odumírají (Ruman, 2014). Samičí rostliny tzv. klubkaté jsou nižšího vzrůstu s mohutnějším stonkem.

Kořenový systém

Kořen konopí je kolmý a kulovitý, po stranách se větví ve vlásečnicové kořínky, které jsou fyziologicky neaktivnější a nepostradatelné pro výživu a vývoj rostliny. Čím větší je prostor k růstu, tím větší je kořenová soustava. Pro dosažení uspokojivých výnosů, je rostlina značně náročná na množství živin a vody v půdě. Na minerálních půdách s nízkou hladinou spodní vody prorůstá kořen do hloubky 2 m, na rozdíl od půd rašelinných o hloubce spodní vody do 1 m, kde sahá kořen jen do 40 cm (Miovský a kol., 2008).

Stonek

Konopný stonek je přímá lodyha, dorůstající délky až 6 m a tloušťce od 30 do 60 mm. V období plného růstu přechází ze zelené do citrónově zelené až hnědé barvy (Ruman, 2014). Na spodu rostliny je stonek kulatý, uprostřed šestihranný a v horní části čtyřhranný, často podélně rýhovaný. Uvnitř je dutý a rozdělený na 7-15 internodií. Čím menší je počet internodií a jejich délka větší, tím je vlákno kvalitnější (Šnobl, 2004). Povrch chrání ochmýřená kůra. Pod ní prorůstají svazky lýkových vláken (Ruman, 2014). Konopí vytváří dva druhy vláken primární a sekundární. Primární vlákna jsou uložena ve vnějším kruhu lýkových svazků, sekundární ve vnitřním kruhu lýkových svazků. Primární vlákna se převážně nacházejí v horní části, sekundární ve spodní (Šnobl, 2004). Stonek se skládá z lýka, dřeva a dřene.

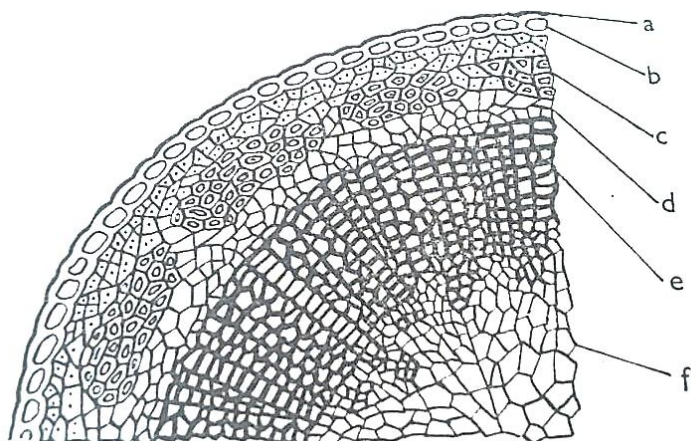
Lýko je korová část stonku složená z vrstev pletiv z vnější strany. Epidermis pokrývá povrch stonku a je tvořena podélnými, vzájemně spojenými buňkami, které jsou z vnější stěny silnější a pokryté kutikulou, jenž chrání rostlinu před vnějšími vlivy. Některé buňky pokožky jsou přeměněny na žláznaté chlupy. Vzduch se vyměňuje průduchy, jichž je na konopném stonku 10 až 18 na 1 cm². Parenchym a kolenchym tvoří základ lýkové části stonku. Parenchymatické buňky mají nepravidelný tvar a jsou umístěny pod pokožkou, případně i v hlubších vrstvách jako parenchym sekundárního původu. Kolenchym zvyšuje pružnost a pevnost stonku a patří k mechanickým pletivům. Sklerenchym slouží k převádění asimilátů z listů do nižších částí rostliny, tvořený síťkovitými rourkami, umístěný bezprostředně pod svazky

vláken. Úlohou svazků vláken je chránit rostlinu před zlomením, poléháním nebo roztrhnutím. Sekundární vlákna jsou tvořena činností kambia (dělivé pletivo mezi lýkovou a dřevní částí) ve starších rostlinách hlavně v dolní části stonku. Svazky sekundárních vláken obsahují více krátkých vláček, která nejsou vzájemně spojena jako svazky primárních vláken. Při zpracování stonků poskytují materiál zvaný koudel.

Dřevovina je hlavní částí stonku. Tvoří převážnou část jeho objemu asi z 1/2 až 2/3. Skládá se ze zdřevnatělého parenchymu a mezi ním uložených vodících pletiv xylému.

Dřeň konopí je složena z buněk parenchymatického typu. Uvnitř stonku proniká dřeň radiálně v pramenech až ke kambiu. Dřeňové prameny jsou slabě vyvinuty a to umožňuje snadné zpracování na vlákno (Miovský a kol., 2008)

Konopné vlákno je považováno za nejdelší a nejpevnější vlákno z rostlinné říše. Poskytuje rostlině ochranu před zlomením a poléháním, díky své pevnosti a pružnosti (Ruman, 2014).



Obrázek č. 1.: Příčný řez konopného stonku

- a) kutikula
- b) pokožka
- c) svazky vláken
- d) parenchymatické pletivo
- e) dřevovina
- f) jádro

(Zdroj: Rybáček, 1970)

Listy

Konopí má dva jednoduché děložní listy podlouhlého tvaru, které po vzejití opadávají a tvoří na lodyze první kolénko (Miovský a kol., 2008). Pravé listy se formují jako protilehlý pár vyrůstající ze stonku v pravém úhlu k děložním lístkům. Skládají se ze dvou úzkých zubatých čárkovitých lístků dlouhých 5-10 cm, spojených do jednoho řapíku. S přibývajícemi listy na stonku se počet lístků v listu zvyšuje

(Holland, 2014). Jsou dlanitě složené 3 až 13 čtené, zbarvené do sytě zelené (Ruman, 2014).

Květ

Květenství samčích rostlin je seskupeno v úžlabních latách na dlouhých stopkách vyrůstajících z úžlabí listů. Každý kvítek má pět žlutozelených květních šupinek a pět tyčinek. V době plného květu vytvářejí velké množství pylu, který je přenášen na vzdálenost až 10 km. Samčí rostliny kvetou po dobu 20-25 dnů a po odkvětu odumírají (Mioviský a kol., 2008).

Samičí květy mají svrchní dvoupouzdrý semeník s jedním vysunutým vajíčkem a dvěma dlouhými nitkovitými bliznami s bílými až fialovými pestíky (Ruman, 2014). Květenství je rozloženo v horní části v několika vrstvách, tvořících hustě olistěné krátké hrozny. Začínají kvést o 3 až 10 dní později než samčí. Pyl je schopný oplodnění po dobu 14 dnů. Od opylení až po dozrání semene uplyne 30 až 40 dní.

Obrázek č. 2.: Samčí květenství



Zdroj: autor

Obrázek č. 3.: Samičí květenství



Zdroj: autor

Plod

Plodem je vejčitá jednosemenná nažka, dlouhá 2 - 5 mm, široká 2 - 4 mm o tloušťce 2,3 - 2,8 mm. Barva semene je šedozeleňá s jemným mramorováním. HTS (hmotnost tisíce semen) je 8-26 g. Obsahuje 30-35 % vysychavého oleje s vysokým

zastoupením mastných kyselin, vitamín E, 17-22% bílkovin, 15-21% bezdušičatých látek, 13% vlákniny, 4% popelovin (Šnobl, 2004).

3.4. Fenologie konopí

Jedním z důležitých faktorů pěstování konopí je světelný cyklus, jenž ovlivňuje dobu kvetení. Rostlina reaguje na počet hodin světla (den) ve srovnání s hodinami tmy (noc). Růst probíhá při 18 hodinách světla a 6 hodinách tmy, naopak při 12 hodinách světla a 12 hodinách tmy přechází rostlina do fáze kvetení (Adams, 2012).

Makrofenologie

U konopí rozeznáváme tyto růstové fáze: klíčení, vzcházení, pozvolný růst, rychlý růst, nasazování pupenů, kvetení a dozrávání.

- **Klíčení a vzcházení**

Ve vhodných vlhkostních a teplotních podmínkách vyklíčí semeno za 3-8 dní po zasetí. Na bobtnání potřebuje 53% vody z váhy sušiny. Klíčení začíná prorůstáním kořínku oplodím, který rozštěpí semeno na dvě půlky a proniká do půdy. V té době začíná růst i hypokotyl, který vynáší na povrch děložní lístky, které jsou spolu uzavřené. Mezi nimi začínají růst dva pravé listy. Děložní lístky se nad povrchem rozevírají, a tím končí fáze vzcházení.

- **Pozvolný růst**

Nastupuje po rozvinutí kotyledonu a trvá do vytvoření páru listů. Charakteristické pro tuto fázi je pomalý růst lodyhy a silný růst kořene.

- **Fáze rychlého růstu**

Začíná vytvořením třetího páru pravých listů a končí vytvořením květních pupenů. Typické pro tuto fázi je zapojení porostu, které se projeví rychlým růstem lodyhy. Z hlediska dosahování vysokých výnosů stonku a vlákna je tato fáze nejdůležitější, protože narůstá $\frac{1}{2}$ až $\frac{2}{3}$ lodyhy. Za příznivých podmínek denní přírůstky dosahují 25-40 mm.

- **Fáze nasazování květních pupenů (butonizace) a kvetení**

Růst lodyhy pokračuje dál a nastává diferenciací pohlaví. Samčí rostliny mají v tomto období vyšší lodyhy než samičí. Fáze kvetení začíná odlišně, podle toho zda jde o samčí, nebo samičí rostlinu. Pro samčí rostliny začíná otevřením a pukáním prašníku prvního květu, u samičích vyrůstáním blizny 1-2 mm z plodolistů. V této fázi nastává největší tvorba vlákna. Samčí rostliny kvetou 20 až 25 dní a potom odumírají. Jejich vlákno dřevnatí a ztrácí na kvalitě. Samičí rostliny po oplození dále vegetují a vytvářejí semena (Rybáček, 1970).

- **Fáze dozrávání**

Zrání semene začíná po oplození blizny. Semeno dozrává odspodu k vrcholu květenství 30 až 40 dnů (Šnobl, 2004).

Mikrofenologie

První a druhou etapou organogeneze prochází konopí ve fázi klíčení a vzcházení. První listové hrbolky se zakládají při klíčení, dokud se děložní listy ještě neobjevily na povrchu půdy. V těchto etapách nerostou internodia.

Třetí etapu organogeneze charakterizuje protahování vegetačního vrcholu a silný růst internodií. Rostliny třetí etapou procházejí po vytvoření dvou (tří) párů pravých listů.

Ve čtvrté etapě organogeneze se na vegetačním vrcholu tvoří základy budoucího květenství ve formě hrbolků. Samčí rostliny se do čtvrté etapy dostávají dříve než samičí rostliny. Pro tuto etapu je charakteristický počet 4-5 párů pravých listů.

Pátá, šestá a sedmá etapa organogeneze jsou etapami diferenciací květních hrbolků a končí formováním květů.

V osmé a deváté etapě organogeneze se zakládají květy, rostliny kvetou a oplodňují se. Po odkvetení, tj. po absolvování deváté etapy samčí rostliny odumírají. Samičí rostliny přecházejí do dalších etap.

Desátá, jedenáctá a dvanáctá etapa organogeneze jsou charakterizovány formováním, dozráváním a úplným dozráním semen. Procházejí jimi jen samičí rostliny (Rybáček, 1970).

4. ODRŮDY KONOPÍ SETÉHO

Podle zákona č. 167/1998 Sb., O návykových látkách a o změně některých dalších zákonů je zakázáno pěstovat rostliny konopí, které mohou obsahovat více než 0,3% látek ze skupiny tetrahydrocannabinolu. Podle § 29 platí ohlašovací povinnost osob pěstujících konopí na celkové ploše větší než 100 m², kdy je nutné předat hlášení místně příslušnému celnímu úřadu podle místa pěstování písemně nebo v elektronické podobě podepsané uznávaným elektronickým podpisem (Zákon č. 167/1998 Sb.).

Nařízení komise č. 1592/2000 snížilo limit obsahu THC v rostlině na 0,2 % z původních 0,3 %. Nařízení je platné od marketingového roku 2001/2002. Pouze odrůdy, které splňují toto nařízení, mohou být registrovány a povoleny k pěstování na území EU. Od všech členských států je vyžadována kontrola porostů a jejich testování na průměrné hodnoty THC (nařízení komise č. 1529/2000). I přes nižší normu danou EU, nebyl zákon č. 167/1998 novelizován, protože všechny odrůdy schválené pro pěstování v ČR jsou i tak schvalovány EU a musí proto splňovat normu 1673/2000, která upravuje obsah THC na 0,2 % (Kotyza, 2012).

Registrované odrůdy v České Republice

Bialobrzeskie

Jednodomá středně raná odrůda, registrovaná v roce 2008. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Příměs samčích rostlin a výnos nemáčeného stonku jsou nízké. Obsahuje tetrahydrocannabinol výrazně pod hranicí 0,2 %. Její předností je střední až středně vysoký výnos celkového vlákna.

Udržovatelem je polský institut Wlokiem Naturalnych i Roslin Zielarskich. Zástupcem v České Republice se stal Agritec, výzkum šlechtění a služby, s.r.o.

Monoica

Jednodomá pozdní odrůda, registrovaná v roce 2009. Středně vysokého až vysokého vzrůstu. Příměs samičích rostlin je nízká až střední. Výnos nemáčeného stonku a celkového vlákna má středně vysoký. Obsah tetrahydrocannabinolu sahá výrazně pod hranici 0,2 %.

Udržovatelem je maďarská společnost Károly Róbert Fõiskola MFK a Fleischmann Rudolf Kutatóintézet. Zástupcem v České Republice je Agritec, výzkum šlechtění a služby, s.r.o.

Antal

Dvoudomá polopozdní až pozdní odrůda, registrovaná v roce 2013. Rostliny dosahují středně vysokého až vysokého vzrůstu. Příměs samčích rostlin je vysoká. Výnos celkového vlákna má střední až středně vysoký. Obsah celkového vlákna ve stonku je nízký. Obsahuje tetrahydrocannabinol pod hranicí 0,2 %. Předností odrůdy je vysoký až velmi vysoký výnos nemáčeného stonku.

Udržovatelem je maďarský institut Agro-Hemp Kft. (Holubář, 2014).

Tabulka č. 2.: Významné hospodářské vlastnosti registrovaných odrůd konopí setého

	Průměr v t/ha	Bialobrzseskie	Monoica	Antal
Výnos:				
Výnos nemáčeného stonku (%)	18,02	94	99	107
Výnos celkového vlákna %	5,84	103	100	96
Technologické údaje:				
Obsah celkového vlákna (%)		37,3	35,2	31,0
Obsah tetrahydrokanabinolu (hm %) *		0,09	0,07	0,12
Agromická charakteristika:				
Doba od setí do začátku kvetení (dny)		78	85	86
Délka rostlin (cm)		276	284	289
Příměs samčích rostlin (%)		0,3	7,6	10,3

* stanovuje se pouze ze 2 lokalit z let 2011-2012 (Holubář, 2014)

Ve společném katalogu odrůd je registrováno k 28. 12. 2013 včetně výše uvedených odrůd povolených v ČR 55 (Úřední věstník EU, 2014).

5. VÝNOS

Výnosy konopí uváděné pro naše podmínky se u stonku pohybují od 5 do 7 t.ha⁻¹ (až 13 t.ha⁻¹) z toho 0,5 až 1,2 t.ha⁻¹ vláken a 1,5 až 4 t.ha⁻¹ pazdeří. Semen lze z hektaru sklidit 0,8 až 1,4 t (Kocourková, Pluháčková, Růžičková, 2014).

Průměrné výnosy dosažené v pokusech VÚRV na podzim (v době technické zralosti) v závislosti na stanovištích a podmínkách pěstování uvádí tabulka č. 5. Průměrný výnos sušiny fytohmoty za sledované období byl 9,033 t.ha⁻¹. Na hnojení dusíkem reagovalo konopí příznivě. Dávka 60 kg N ha⁻¹ zvyšovala v průměru výnosy fytohmoty o 15 %, dávka 120 kg N ha⁻¹ o 25,3 % v porovnání s nehnojenou variantou (Moudrý a kol., 2011).

Tabulka č. 5.: Výnosy sušiny nadzemní fytohmoty konopí (t.ha⁻¹) na sledovaných stanovištích za období 2001-2004

Stanoviště/ukazatel	N ₀	N ₁	N ₂	V ₁	V ₂	Průměr
Lukavec	5,255	7,745	7,947	7,122	5,494	7,071
Ruzyně	9,937	10,148	11,428	9,480	11,479	10,505
Průměr	7,930	9,118	9,936	8,301	8,486	9,033

Poznámka: hnojení N průmyslovým hnojivem (kg.ha⁻¹): N₀ = 0, N₁ = 60, N₂ = 120
počet vysetých klíčivých semen na m²: V₁ = 40, V₂ = 80 ; (Převzato: Moudrý, 2011)

6. ZÁSADY PĚSTOVÁNÍ

Konopí patří mezi rostliny, které mají schopnost vázat z půdy některé chemické sloučeniny a prvky. Dokáže vytáhnout i těžké kovy, pesticidní rezidua i radioaktivní látky (Šírková, 2013).

Efektivně hospodáří se sluneční energií a to umožňuje fotosyntézou přeměnit velké množství vzdušného oxidu uhličitého v hmotu těla rostliny za vzniku kyslíku. Jedna tuna konopí pohltí během růstu až 1,82 tuny CO₂.

Konopí je jednou z mála plodin, kterou lze pěstovat v konvenčním režimu bez použití agrochemikálií. Proto je vhodnou rostlinou pro ekologické zemědělství (Ruman, 2014).

6.1. Nároky na stanoviště

Semeno začíná klíčit již při teplotě 2 - 3 °C, v době setí by teplota měla být 10°C. V době vzcházení je odolné krátce trvajícím jarním mrazíkům až do -6°C (Šnobl, 2004). V první době růstu vyžaduje konopí dost vody, později je schopné odolávat přechodnému suchu. Na půdu má značné nároky (Honzík, 2012). Roste dobře tam, kde se daří kukuřici. Vyhovují mu půdy hluboké, hlinité až hlinitopísčité, kypré, bohaté na humus a živiny (především N) s propustnou spodinou. Velmi vhodné jsou náplavové půdy v údolích řek. Nejlepších výsledků dosahuje na neutrálních až slabě zásaditých půdách (pH 7 - 7,6) / (Gabrielová, 2007). Konopí lze sít i na zúrodněných slatinách, rozoraných loukách nebo vysušených rybnících.

Nevhodné jsou půdy kyselé, mělké, kamenité, písčité, ulehlé, jílovité a vysychavé. Při nižších výnosech se dá pěstovat i na horších půdách v chladnějších oblastech. Rostlina konopí je náročná na vodu a na vytvoření jednotky sušiny potřebuje 1,5 až 2 krát více vody než pšenice nebo oves (Stražil, 2006). Na vytvoření 1 kg sušiny nadzemní části rostliny potřebuje 600 až 700 l vody. Největší požadavek na vodu spadá do období před a v období květu. S procesem dozrávání spotřeba vody klesá. Celoroční úhrn srážek v oblasti pěstování by neměl klesnout pod 500 mm. V průběhu vegetačního období potřebuje 250 až 300 mm srážek (Šnobl, 2004).

6.2. Osevní postup

Konopí je poměrně nenáročné na zařazení v osevním postupu. (Šnobl, 2004). Nejvhodnější předplodinou jsou rostliny, které zanechávají půdu čistou, kyprou, dobře zásobenou živinami, zvláště dusíkem. Mezi ně patří okopaniny, kukuřice, luskoviny, jetel, vojtěška. Někdy se konopí pěstuje i po obilovinách (Honzík, 2012). Konopí lze sít za náležitého hnojení i několik let po sobě. Zanechává půdu hluboko prokypřenou a bezplevelnou a proto je dobrou předplodinou. Dříve se vsévalo jako meziplodina do řepy a brambor nebo jako rostlina okrajová (Kuhn, 1940).

6.3. Příprava půdy

Po sklizni předplodiny (obilniny) se provádí podmítka, v podzimním období se likvidují mechanicky nebo chemicky vytrvalé plevele (Šnobl, 2004). Na podzim se provádí orba hluboká 25-30 cm, nejlépe se zaoráním zralé chlévské mrvy (Sladký,

2004). Je vhodné částečné urovnání povrchu oranice, což sníží počet pojezdů při jarní přípravě půdy. Zásadou jarní přípravy musí být omezení počtu pojezdů po pozemku, šetření zimní vláh, co nejmenší utužení půdy. Pro přípravu rovnoměrného seťového lůžka jsou vhodné stroje na přípravu seťového lože (kompaktory) nebo přímo společně se setím s použitím secích kombinací (Šnobl, 2004).

6.4. Setí

Před setím je potřeba povrch půdy pečlivě připravit. K setí dochází v době, kdy teplota půdy v hloubce setí dosáhla alespoň 8 – 9°C (Šnobl, 2004). Seje se podle oblastí a průběhu jara v termínu od 10. dubna až do konce května do hloubky 3-4 cm. Zvyšováním hloubky setí se zvyšuje jeho vzcházivost a zlepšuje odolnost kořenového systému (Klvaňová a Ruman, 2008). Konopí pěstované pouze na vlákno (nebo hmotu) se seje do řádků 12,5 - 25 cm širokých, pouze na semeno pak do řádků 25 - 50 cm širokých (Honzík, 2012). Kuhn (1940) uvádí ještě při pěstování na vlákno a semeno šířku řádků 30cm. Výsevek se stanovuje podle hodnoty osiva a účelu pěstování (Honzík, 2007).

Tabulka č. 3.: Výsevek pro pěstování konopí

	MKS	Kg.ha⁻¹	Kg.ha⁻¹
Na vlákno	3 – 5	50 – 80	100 – 120
Vlákno i semeno	-	35 – 70	60 – 80
semeno	1 – 1,5	20 – 35	15 – 40
zdroj	Šnobl, 2004	Honzík, 2012	Kuhn, 1940

Pozn. MKS = milion klíčivých semen

Pro rovnoměrné vzcházení se povrch po zasetí válí rýhovanými válci (Stražil, 2006). Při 8 - 10°C vzchází konopí za 8 až 12 dní po vysetí, řádkování probíhá 4 až 6 týdnů po setí. Porost konopí většinou nevyžaduje ošetření pesticidy, pouze v případě silného zaplevelení pýrem je vhodná aplikace herbicidů (Honzík, 2007). Časová pauza od posledního pěstování téhož druhu na osivo je stejném pozemku je minimálně 5 let (Stražil, 2006).

6.5. Výživa a hnojení

Konopí potřebuje snadno přístupné živiny, protože má slabě vyvinutý kořenový systém, který musí za poměrně krátkou dobu přijmout značné množství živin a vody k vytvoření velkého množství organické hmoty. Na odběr živin mají vliv klimatické a půdní podmínky, obsah živin v půdě, způsob hnojení, typ a odrůda (Lahola, 1969). Vysoký výnos hmoty a rychlý růst konopí vyžaduje dobrou zásobu snadno využitelných živin. K jejich získání pomáhá kořenům i bohatá kořenová symbiózní mikroflóra, které je v poměru k mikroflóře obilovin asi milionkrát více, což se kladně projevuje při několikaletém pěstování konopí po sobě. Hnojením a dostatkem vláhy lze zvýšit výnos konopí až na dvojnásobek, oproti průměru (Sladký, 2004).

Základním hnojivem je dobře uleželá chlévská mrva. Případně polosuchý substrát z bioplynové stanice nebo kompost. Organická hnojiva o dávce 30 t.ha⁻¹ zvýší výnos stonků až o 25 % a semene o 11 %. Při stávajícím nedostatku chlévské mrvy, lze pro základní vyhnojení využít na podzim zelené hnojení. Hladina živin se pak doplňuje dávkou dusíkatého, fosforečného a draselného průmyslového hnojiva (Sladký, 2004). Převážnou část fosforečných, draselných a hořečnatých hnojiv je vhodné aplikovat na podzim (se zapravením do půdy) z důvodu delšího období potřebného pro jejich rozklad. Zbytek se aplikuje na jaře před setím (Šnobl, 2004).

Tabulka č. 4.: Potřeba živin v kg na 1 tunu semene nebo stébel

	Dusíkatá	Fosforečná	Draselná	Vápenatá	Hořečnatá
Semeno	43,8-64,0	9,9-17,0	10,7-42,0	11,0-62,0	2,2
Stonky	8,3-19,0	2,1-5,0	9,1-12,0	10,2-15,0	1,5
Průměr rostliny	17,2-20,0	5,0-6,0	10,0-28,0	15,0-18,0	2,0
využití rostlin v %	50-60	25-30	20-40	25-35	35-45

(Sladký, 2004) Moudrý (1999) uvádí spodní hodnoty, naopak Šnobl (2004) horní hodnoty živin.

Dusík

Podporuje růst zelené hmoty. Je nezbytný pro zdravý růst, vývoj stonku a tvorbu vlákna. Rostlina konopí dusík potřebuje od počátku vegetativní fáze. Maximálního příjmu dosahuje v období rychlého růstu, potom příjem postupně klesá. Dusík ovlivňuje růst rostlin do výšky a částečně i do šířky. Jeho dostatek se příznivě projevuje ve zlepšeném poměru délky k tloušťce stonku (Ruman, 2014).

Dusíkatá hnojiva se aplikují zpravidla ve třech dávkách. Polovinu až třetinu před setím, zbytek ve dvou dávkách během vegetace na list. Na hektar se aplikuje 250 - 300 kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ nebo 300 - 400 kg ledku vápenatého (Sladký, 2004).

Nedostatek se projevuje zbarvením listů ve spodní části do žluta a poté následují i listy z ostatních částí rostliny.

Přebytek se projevuje tmavě zeleným zbarvením a dlouhými, křehkými větvičkami. Zpomaluje se růst a zrání. Kořenový systém se málo vyvíjí (Adams, 2012).

Fosfor

Urychluje proces zrání. Je důležitým prvkem při pěstování na semeno. Nejvíce je přijímán rostlinou v době kvetení a zrání semen (Ruman, 2014).

Vhodným fosforečným hnojivem je superfosfát, který se doporučuje aplikovat na podzim před orbou. Na hektar se aplikuje dávka 200 - 250 kg superfosfátu. Při pěstování konopí na semeno se dávka zvyšuje o 10 - 15 % (Sladký, 2004).

Nedostatek se projevuje svráštělými tmavě zelenými listy. Spodní listy žloutnou a odumírají. Často se na listech objevují kaštanově hnědé, nebo tmavě nachové skvrny. Stonky a větve se zbarví na výrazně fialovou.

Přebytek je viditelný na nových listech, které jsou malé a velmi zkroucené. Zabraňuje přijímání zinku, mědi a hořčíku (Adams, 2012).

Draslík

Má význam při tvorbě stonku a vlákna. S dusíkem a fosforem zvyšuje kvalitu vlákna i výnos stonků, jejich pevnost a odolnost. Maximální množství draslíku odčerpává v počátečních růstových fázích a v období rychlého růstu (Ruman, 2014).

Z hnojiv se nejvíce využívá síran hořečnato-draselný v dávce 350 - 400 kg.ha⁻¹. Draselná hnojiva se zapravují z části na podzim a pak na jaře před setím (Sladký, 2004).

Nedostatek se projevuje na okrajích spodních listů kaštanově hnědým zbarvením a následně odumřením tkáně. Poté listy zcela zežloutnou a odumřou. Větve jsou křehké a semena malá. (Adams, 2012)

Při přebytku dochází k spálení a dehydrataci listů. Přebytek navíc zabraňuje příjmu vápníku a hořčíku (Adams, 2012).

Vápník

Vápnění je většinou potřebné i na neutrálních půdách, protože spotřeba vápníku pro růst kořenového systému, stonků i semene je velká. Přímé vápnění se před setím nedoporučuje. Lépe je vápnit k předplodině, nebo používat průmyslová hnojiva, která obsahují vápník (Sladký, 2004).

Vápník je nezbytným prvkem pro tvorbu buněk, především v období růstu. Rostlina ho využívá k neutralizování hodnoty pH.

Při nedostatku jsou zasaženy velké listy v horní části rostliny. Objevují se žluté skvrny s velmi hnědými okraji. Zpomaluje se růst a snižuje výnos.

Přebytek se vyskytuje ojediněle. Zabraňuje příjmu bóru, hořčíku a mědi (Adams, 2012).

Hořčík

Zajišťuje dobrý zdravotní stav rostliny a tvorbu chlorofylu (Sladký, 2004). Nedostatek se projevuje světle chlorotickými skvrnami na listech průměrného stáří. Pokud je nedostatek výrazný, objevují se skvrny i na nových listech. Přebytek způsobuje zpomalený růst a rostlina je velmi tmavá (Adams, 2012).

Síra

Důležitá pro tvorbu proteinů, hormonů a vitamínů. Nedostatek síry se projevuje podobně, jako u dusíku. Na větvích se může objevit fialové zbarvení. Zpomaluje se růst a kvetení. Přebytek se projevuje zpomaleným vývojem (Adams, 2012).

Železo

Nezbytný prvek pro tvorbu chlorofylu. Nedostatek způsobuje silné žloutnutí mezi žilkami mladých listů. Při přebytku se zastavuje příjem fosfátů (Adams, 2012).

Stopové prvky

Ze stopových prvků nesmí v půdě chybět přístupná měď, bór, mangan nebo selen (Sladký, 2004). Bór má pozitivní vliv na obsah chlorofylu a zvyšuje odolnost proti houbovým a bakteriálním chorobám. Na rašelinných půdách zvyšuje výnos stonku a vlákna. Nedostatek mědi způsobuje hynutí rostlin ihned po vzejití. Pozitivně ovlivňuje proces fotosyntézy. Nedostatek manganu negativně působí na vývoj kořenového systému. Na listech se projevuje šedožlutými skvrnami. Při nedostatku zinku vytváří rostliny málo semen, zinek s molybdenem a borem zvyšují syntézu sacharózy a škrobu (Lahola, 1969).

6.6. Ochrana rostlin

6.6.1. Plevel

Konopí patří mezi úzkořádkově seté plodiny, tzn., že po vzejití dochází k hustému zapojení. Růst plevelů se tak silně potlačuje a zpravidla není nutné provádět herbicidní zásah. Je schopné aleopatického působení na plevele a ve vysokém porostu na ně působí inhibičně (Kocourková, Pluháčková a Růžičková, 2014). Dobře založený porost má dostatečnou konkurenční schopnost k potlačení plevelných rostlin. Za nepříznivých podmínek může nastat situace, že konopí nevzejde dost rychle a plevel přeroste rostliny konopí. V tomto případě pomůže meziřádkové kypření půdy (Gabrielová, 2007). Při intenzivním výskytu plevelů je možno aplikovat herbicidy preemergentně (herbicid Afalon 45 SC v dávce $1,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$), nebo postemergentně (herbicid Targa super 5 EC v dávce $1,5\text{-}2 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) / (Honzík, 2012).

6.6.2. Škůdci a choroby

Konopí je poměrně odolné proti škůdcům a chorobám. Vzhledem k jeho malým výměrám nedochází k významnému rozšíření chorob ani škůdců, proto se

s ochranou fungicidy ani pesticidy nepočítá. Při zvýšení výměry lze očekávat silnější tlak níže uvedených škůdců a chorob (Honzík, 2012). Za nejnebezpečnějšího škůdce, lze považovat ptactvo, pro které je semeno velmi lákavou a chutnou potravou (Gabrielová, 2007).

Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata Koch.*)

Dospělci dorůstají délky 2,5 mm. Tělo je oválně vejčité s nápadně vyvinutým zadním párem končetin, které jsou uzpůsobené ke skákání. Povrch těla je zbarven černě, jen konce končetin a tykadla jsou hnědá. Larvy jsou oligopodní, krémově bílé barvy s hnědým štítem. Brouci přezimují v různých úkrytech a zbytcích rostlin, na jaře vylézají a poškozují vzcházející rostliny. Následně kladou do půdy vajíčka a vyvíjející se larvy se živí žírem na kořenech. Brouci nové generace se líhnou v létě. Během roku se vyvíjí pouze jedna generace (Anonym 1, 2014). Brouci vykusují okrouhlé požerky mezi žilkami v listových čepelích mladých rostlin, pouze zřídka jsou zasaženy i okraje čepele (Holubář, 2014).

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis Hb.*)

Dospělí motýl má rozpětí křídel 24 – 32 mm. Přední křídla samce jsou zpravidla skořicově hnědá se žlutou příčnou páskou. U samice přední křídla světle žlutá se dvěma ostře klikatými příčnými pásky. Zadní křídla jsou šedá nebo slámově žlutá. Housenky jsou hnědožluté a dlouhé 30 mm (Holubář, 2014). Dospělé housenky přezimují ukryté v rostlinných zbytcích. Kuklí se od května do června. Dospělci létají od června do září a kladou vajíčka (Anonym 2, 2014). Mladé housenky vyžírají malé otvůrky v listech a poškozují květenství, později se zavrtávají do řapíků listů nebo přímo do stonků, kde vyžírají dřeň. Otvorem, kterým housenka pronikla do rostliny, vypadává hnědý trus. Listy napadených rostlin červenají, později žloutnou a zasychají. Při větším výskytu ve stonku než 5 housenek, dochází k opoždění růstu a za suššího počasí i k hynutí. Poškozené rostliny jsou ve vyšší míře napadány řadou houbových chorob.

Plíseň šedá (*Botritis cinerea Pers.*)

Rozvíjí se především ve vlhkém prostředí přes 50 % relativní vlhkosti vzduchu (Adams, 2012). Na děložních lístcích tvoří tmavé skvrny s šedavými houbovými

vlákny (Šnobl, 2004). Později patogen napadá rostliny v průběhu kvetení a zrání. Za vlhkého počasí během kvetení dochází k infekci a hnilobě květenství, odkud se šíří na stonek, kde rozrušuje všechna pletiva včetně vláken. V pozdějších růstových fázích napadá patogen výhradně stonek. Onemocnění se projevuje vadnutím a později odumíráním celé rostliny. Napadení se vyskytuje na jednotlivých rostlinách, nebo v malých ohniscích. Na stonku, v místě pod nasazením prvních listů, se vytváří šedozelená až hnědá mokvavá skvrna. Napadená pletiva rychle zesvětlují, v pokročilém stupni rozvoje choroby jsou úplně vybělená, vlákno se třepí a zůstává zachována pouze dřevní část cévních svazků. V místě infekce za vlhka narůstá šedozelený prstenec mycelia a konidioforů patogena. Zdrojem infekce jsou rostlinné zbytky (Holubář, 2014).

Sklerotiniová hniloba konopí setého (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Původcem hniloby je hlízenka obecná (Sladký, 2004). Jde o nejvýznamnější stonkovou chorobu konopí, k napadení dochází od fáze začátku kvetení. Patogen napadá nejprve pokožku stonku, kde se infekce projevuje jako hnědavě nebo šedozeleně zbarvená vpadlá skvrna. Skvrna se zvětšuje a dochází k destrukci všech pletiv kromě dřevní části cévních svazků. Mladé rostliny se v důsledku hniloby stonku lámou a hynou, starší postupně žloutnou a zasychají. Na odumřelých pletivech za vlhka narůstá bílé vatovité mycélium, později šedá až černá sklerocia. Napadá zejména rostliny vystavené nadměrnému vlhku, porosty hustě seté nebo poškozené škůdci. Zdrojem infekce jsou sklerocia v půdě a na rostlinných zbytcích (Holubář, 2013). Ke škodám na konopí dochází při pěstování na stejném stanovišti, ale nově vyšlechtěné odrůdy vykazují rezistenci proti napadení (Sladký, 2004).

Mezi další škůdce patří mšice konopná (*Phorodon cannabis* Pass.) a housenky můry gama (*Autographa gamma* L.). K dalším chorobám vyskytujících se na konopí patří: dírkovitost listů konopí setého (*Phyllosticta cannabis*), fuzáriová skvrnitost listů konopí setého (*Fusarium sambucinum*), septorióza konopí setého (*Septoria cannabis*), skvrnitost stonků konopí setého (*Dendrophoma marconii*) / (Holubář, 2014).

6.7. Sklizeň

Sklizeň patří k obtížnějším etapám. Vyplyvá to z vlastností rostliny jako je délka, tloušťka, tuhost, hustota stébel, podíl předčasně odumřelých samčích rostlin, problémy s manipulací posečeného konopí na řádku, požadavky následného využití na vlákno pro textilní a papírenský průmysl nebo získávání semen. Sklizeň konopí na vlákno probíhá v jeho plném biologickém vývinu a v době květu většinou v srpnu, sklizeň na semeno v září. V rozvojových zemích se sklizeň provádí ručně, nebo s využitím minima nejjednodušší mechanizace. V zemích EU byla vyvinuta řada mechanizovaných technologií, které vyhovují více potřebám papírenského a automobilového průmyslu a stavebnictví než průmyslu textilnímu (Sladký, 2004). Pro každý způsob sklizně je vhodné stonky zkrátit. Není možné jednoznačně stanovit optimální délku stonků pro odlišné způsoby tírenského zpracování. Empirickým pravidlem snižujícím pravděpodobnost namotání vlákna ze segmentů stonku konopí při lisování je, že segment stonku by měl být menší než nejmenší rozměr lisovací komory lisu nebo následné technologické linky. Krácení stonku má rovněž:

- urychlit rovnoměrné vyschnutí stonku a sjednotit proces rosení
- zkrátit dobu sušení stonku na poli
- zajistit optimální nařádkování pro bezztrátový sběr
- optimalizovat následné zpracování a úpravu stonku

Způsob sečení, nakrácení stonku, řádkování a způsob přípravy pole má prokazatelný vliv na dobu sušení a rosení, výdajnost, jemnost a pevnost vlákna a obsah pazdeří (Honzík, 2012).

Historické způsoby sklizně a získávání vlákna

V minulosti bylo technické konopí pro produkci vlákna sklízeno jako celá rostlina (Honzík, 2007). Konopí bylo sečeno po řádcích srpem, kosou nebo žacíím strojem nízko při zemi (Kuhn, 1940). Stonky se ponechávaly na strništi několik dnů, aby proschly a následně ručně svazovány na dvou místech do snopů (později byl používán konopný samovaz). Snopy se stavěly do panáků k dokonalému uschnutí stonků a listů, aby suché listy při další manipulaci snadno opadaly. Poté následovala ruční nakládka a odvoz do tíren. Dále se provádělo máčení stonků (ukládání snopů do betonových bazénu napuštěných vodou). Máčení je anaerobní proces, při kterém

mikroorganismy za sníženého přístupu vzduchu rozkládají škrobový parenchym ve stonku a uvolňují vlákno od dřevní části. Po skončení máčení byl stonek vysušen. Následovalo zpracování stonku na tírenských strojích (mechanické oddělení vlákna od ostatních částí stonku). Získávalo se tím dlouhé vlákno. Technologie byla náročná na ruční práci, spotřebu vody a energii na sušení stonku. Nastal problém i s vypouštěním odpadní vody do vodních toků (Šnobl, 2004).

6.7.1. Sklizeň stonku

Provádí se speciálními sklízecími stroji. V době plného květu samčího květenství jsou stonky sečeny a zároveň rozděleny na kratší úseky 50 – 60 cm. Nakráčené stonky prochází mačkáčím válci a jsou ukládány na širší řádek. Sklízecí stroj je zpravidla čelně nesený stroj s tzv. stupňovitou žací lištou, kde jsou použity dvojité nebo trojitě žací nosníky. Toto uspořádání umožňuje dvou nebo třístupňový řez stonku o požadované délce. Při sečení je nutné ponechat strniště delší (asi 15 cm), aby nedocházelo k znečišťování pokračujících stonků půdou a ty pak lépe prosychaly. Narušení stonku mačkáčím válci urychluje proces zasychání.

Další operací je obracení stonku obracečem po dobu 10 až 14 dnů v intervalech tří (čtyř) dnů (závisí na průběhu počasí). Vlhkost stonku by měla klesnout na 15 až 20 %.

Následuje tzv. „polní máčení“, kdy je stonek na poli vystaven působení deště, rosy a venkovní teploty. Bakterie a plísně (rodu *Mucor*) z půdy odbourávají tmelící substance ve stonku, čímž dochází k uvolnění vlákna od dřevní části (Gabrielová, 2007). Aby byl proces co nejvíce rovnoměrný a probíhal rychle, je nutné stonek obracet. Proces probíhá přibližně 4 - 5 týdnů (v závislosti na teplotě a průběhu počasí), kontroluje se zkouškou urosení. Polní máčení je ukončeno, pokud při promnutí stonku rukou dochází ke snadnému oddělení vyroseného vlákna od pazdeří.

Stonek je nutné co nejdříve sebrat, aby nedocházelo k přerosení a snížení pevnosti vlákna. Stonek se lisuje do obřích válcových balíků. Před lisováním je důležité stonek obrátit a nechat proschnout, aby vlhkost při lisování nepřekročila 12 % (max. 15 %). Slisovaný stonek je mechanicky nakládán a dopravován ke zpracovateli a zpracováván na upravených tírenských strojích (Šnobl, 2004).

Technologie sečení stonku

- **Stupňový žací stroj Alpha Clipper 4.3 MMH**

Zařízení pracuje systémem krácení, je vhodné na sekání rostlin se stojatým stonkem do 3 m výšky. V případě technického konopí s výškou 4 m, je možno připojit další lištu dopředu na nakladač traktoru. Zařízení je tvořeno ocelovým páteřovým rámem, ve kterém jsou zavěšeny 3 otočné kosy. Výkonnost je proměnná v závislosti na hustotě a výšce porostu, naklonění rostlin vlivem větru a deště a povrchu terénu. Při jezdové rychlosti traktoru 15 km.hod⁻¹ dosahuje teoretického výkonu až 6 ha.hod⁻¹. Kosy jsou opatřeny protinázovou pojistkou, která zabraňuje přetížení stroje a tím ohnutí nosníku kosa. Zařízení nabízí několik způsobů sečení a tím i možnost výběru výsledného produktu (Honzík, 2007).

- **Systém SMU-2 a HMG 4-240**

Systém byl vyvinut Dr. Jürgenem Paulitzem v Sasku. Vychází z osvědčeného principu v jedné pracovní operaci stonek posekat, ale i zkrátit na požadovanou délku. Výhodou těchto modelů je protiběžná kosa, která zajišťuje dvojnásobnou řeznou rychlost a vibrace kos rovněž zabraňují ucpání kos sečeným materiálem (Honzík, 2007).

- **Systém HempFlax**

Tento systém byl konstruován pro Holandskou společnost HempFlax, jako modul za traktor později jako nástavba na samohodné řezačky různých konstrukcí. Sečení se provádí jednou nezávislou lištou, z které se pomocí podávacích válců přivádí k jednonožovému řezacímu bubnu, který nařeže konopný stonek na segmenty o délce 60 cm. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena nástavby na samohodnou řezačku (Honzík, 2007). Aby byl systém efektivně využit, je zapotřebí velké plochy pěstovaného konopí. V zahraničí se proto můžeme setkat, že stroje jsou ve vlastnictví firmy zpracovávající konopí a formou služeb zajišťují sklizeň u pěstitele (Šnobl, 2004).

- **Systém Blücher 02/03**

Sekačka systému Blücher pracuje na patentovaném principu rotujících válců. Sečený konopný stonek je řezán na segmenty nastojato. Rotující vertikální bubny slouží jako podávací dopravník k řezacímu ústrojí, které stonek dělí na několik

segmentů, jež jsou následně ukládány na řádek. Na základě této koncepce bylo společností Kranemann zhotoveno více různých modifikací strojů pracujících na stejném principu, kdy byly jako nosiče použity různé druhy zemědělské techniky (Honzík, 2007).

V České Republice bylo od roku 1996 testováno pro sklizeň na vlákno několik strojů běžně používaných u ostatních plodin. Byly testovány samohodné sklízecí řezačky s různými typy sklízecích adaptérů. Poměrně dobrých výsledků bylo dosaženo se sklízecím píce Champion 300 typu KEMPER, doplněným horizontální řezačkou stonku. Klasické samohodné řezačky je nutné doplnit samotným mačkačem a žacím ústrojím na prokrácení délky stonku. Pro obracení stonku se používají zatím běžné obraceče.

6.7.2. Sklizeň na semeno

Začátek sklizně na semeno začíná od poloviny září, v době, kdy semena v dolní polovině květenství jsou plně vyzrálá, ve střední části ve voskové zralosti a na vrcholu zelená. Sklízí se před dozráním všech semen, jinak hrozí velké ztráty výdolem (Gabrielová, 2007). Předčasnou sklizní se snižuje klíčivost semene i obsah oleje a zvyšuje se energetická náročnost na dosoušení semene.

Uplatňuje se přímá sklizeň za použití sklízecí mlátičky s jednobubnovým mláticím systémem. Seče se se zvednutou žací lištou těsně pod nasazeným květenstvím (Šnobl, 2004). Pro následné skladování semene, jež je nestejně zralé, je třeba provést dosoušení do 24 hod po sklizni. Jinak ztrácí sklizené semeno na kvalitě (Honzík, 2007). Dochází k zapaření nebo zaplesnivění semen (Šnobl, 2004).

Technologie kombinované sklizně

- **Strojní systém Bafa Vollernter**

Sklízecí mlátička se skládá z modifikovaného žacího ústrojí Kemper Champion 4500, které je neseno modifikovanou sklízecí mlátičkou Deutz Fahr Topliner 4080. Pracovní záběr je 4,5 m. Stonek konopí je posečen, veden podávacími válci k lisovacím válcům, které posečenou hmotu stlačí a posouvají k jednožovému řezacímu agregátu. Slisované stonky jsou zkráceny na segmenty o délce 60 cm, které jsou dále podávány do mláticového bubnu a na vytrásadla. Vymláčené semeno je dále

čištěno na síť a dopravováno šnekovým a kapsovým dopravníkem do násypky. Při sklizni konopnou sklízecí mlátičkou Bafa Vollernter se kromě semene sklídí i sláma, která není sklizená v optimálním sklizňovém termínu, a proto vykazuje nižší výtěžnost a kvalitu vlákna (Honzík, 2007).

U nás tento prototyp vlastní a pronajímá firma Hemp production. Tato modifikovaná sklízecí mlátička je schopná posekat až 3 m vysoké konopí (při 4 – 5 m výšce zvládne posekání při nižší pojezdové rychlosti). Výkon je cca. 1 – 2 ha.hod⁻¹ (Říha, 2014).

Stroj pro dělenou sklizeň semene a stonku dle koncepce Poznaň

Jedná se o stroj vyvinutý v Polsku na sečení stonku se současným oddělováním semenných lat. Semenné laty jsou pomocí dopravníku transportovány na vedle jedoucí přívěs. Následně jsou uskladněny, případně dosoušeny a pak vymláceny na stacionární mlátičce. Tato koncepce umožňuje získat vyšší množství zralých semen, protože část nedozrálých semen po uskladnění a dosušení posečené semenné laty ještě dozraje (Honzík, 2007).

Prototyp stroje pro dělenou sklizeň Švédské provenience

Konstrukční řešení spočívá ve využití hydraulického ramene manipulátoru, na kterém je umístěno vyčesávací (stripovací) ústrojí a šnekový dopravník, který vyčesané semeno dopraví do paralelně jedoucího přívěsu. Pod hydraulickým ramenem manipulátoru je pak umístěno řezací ústrojí, které stripovanou konopnou slámu poseče a nařádkuje na pokosu (Honzík, 2007).

6.7.3. Obracení a shrabování

Vhodné jsou širokozáběrové jednokotoučové horizontální obraceče – shrnovače pícnin. Neosvědčili se několika rotorové obraceče používané při obracení a shrnování sena. Dochází k namotávání i nakrácení stonků (Sladký, 2004). Podle Honzíka (2008) se osvědčil paprskový shrnovač píce od výrobce Kuhn s pracovním záběrem 6 metrů. Vytvořené řádky byly dostatečně kompaktní a následné lisování nečinilo žádné potíže.

6.7.4. Lisování

Výhradně se používají sběrací lisy na obří balíky. Z hlediska dopravy jsou výhodnější balíky kvádrové, ale z hlediska zpracování v tírnách jsou oblíbenější balíky válcové, které se lépe rozvolňují otáčením na čepech. Sběrač by neměl mít vyšší obvodovou rychlost, než je pojezdová, jinak dochází k vyčesávání vláken a jejich zatahování prsty do plechového krytu sběrače. U nás se osvědčili lisy na válcové balíky firem Welger a Deutz – Fahr (Sladký, 2004).

6.8. Posklizňové zpracování

6.8.1. Stonky

Oddělení konopných vláken od dřevnatého pazdeří se dnes provádí strojně. Existují dvě základní technologie získávání vláken po přelámání vyroseného stonku:

- Tírenská (vytírací) – klasická metoda pro vyčesávání dlouhých, rovných a paralelně uspořádaných vláken po nalámání stonku. Využití zaměřené na spřádání a textilní výrobu, výrobu lan, sítí a plachet. Vychází z tradičního způsobu sklizně celých, rovnaných stonků po dokonalém vyrosení nebo máčení a vysušení ve snopech (Sladký, 2004). Zpracování se uskutečňuje v původních délkách lámáním a vyčesáváním pazdeří, případně jejich nakrácení, při zachování paralelního uspořádání vláken (Gabrielová, 2007). Po nalámání paralelně uspořádaných stonků mezi sestavou několika dvojic rýhovaných válců je nezbytné vytrást dřevní pazdeří z dlouhých vláken (45 %). Krátká vlákna se vyčesávají za účelem získání struktury vhodné pro jejich další ošetření a následné spřádání. Konopí si zachovává paralelní uspořádání, které vyžaduje ruční práci při vkládání dlouhých stonků a svazků vláken do dalších, po sobě následujících strojů a odebírání zpracovaného materiálu. Potěracími stroji je oddělené vlákno dočistřováno a zjemňováno. Dále se vlákno podélně dělí a zjemňuje na rozčesávacích strojích. Poté následuje vochlování, nejdůležitější stupeň mechanického dělení s cílem dosáhnout nejjemnější suroviny pro výrobu příze. Podle dosaženého stupně jemnosti se zpracované vlákno třídí pro spřádatelnost. Na nakládacím stroji je protahováním v jehlovém poli vlákno dále děleno, zjemňováno a tvořeno v nekonečný svazek vláken. Několikanásobným

protahováním se dosahuje silnějšího rovnoměrného svazku vláken a vytváří se zákrut na křídlovém předpřádacím stroji. Následným protahováním a zakrucováním se vytváří konečný produkt konopná příze (podle účelu využití se rozlišují mokré, polomokré a suché příze). Z jedné tuny vyrobeného konopného stonku se získá asi 250 kg suroviny pro výrobu příze různé jakosti (120 kg jakostního spřadatelného vlákna a 130 kg textilně využitelného krátkého vlákna – koudele). Z důvodu velkého podílu ručních prací ve všech fázích a technického zastarání strojů se od této technologie v EU i ČR upustilo. Dosud však některé závody se starším vybavením pracují v Rumunsku, Indii, Severní Koreji a Číně, odkud se kvalitní vlákno dováží (Sladký, 2004).

- Vytrásací – moderní metoda na krátké vlákno (tzv. jednotné vlákno) (Gabrielová, 2007). V EU vyvinuté komplexně mechanizované sklizňové technologie, založené na krácení stonků při sklizni na 60 cm s chaotickým uspořádáním stonků na řádku a následně i v balíku, které neumožňují zpracování v klasických tírnách. Zpracování chaotického uspořádání krácených stébel na řádku umožňují v EU jen tři firmy: francouzská firma LA ROCHE a německé firmy TERAFA a GEB BAHNER. Jen lámací stroj je podobný klasické technologii. Z lámačky vychází chaoticky uspořádaná směs vláken dlouhých, krátkých a pazdeří do tzv. turbíny. Turbína je drtič podobný mláticímu bubnu obilné sklízecí mlátičky, tvořená sestavou vytrásacích mechanismů, oddělujících chaoticky uspořádané vlákno od pazdeří. Pazdeří vypadává z vytrásáčky v relativně čisté formě, podobné hrubým dřevním pilinám. Vlákno a pazdeří mají obsah vody do 15 % a proto se nemusí dosušovat. Podle požadavků na čistotu konečného produktu se sestavuje počet vytrásacích strojů za sebou. Výkonnost linek je kolem 2000 kg stonků za hodinu. Z tuny stonků je výtěžnost asi 250 kg čistého jednotného vlákna a 750 kg pazdeří (Sladký, 2004). Jednotné vlákno nachází uplatnění při výrobě celulózy, kvalitních papírů (bankovky), netkaných textilií, tepelných a zvukových izolací, vnitřních výplní pro karoserie automobilů a v menším množství i v textilním průmyslu po úpravě zjemněním tzv. kotonizací (Gabrielová, 2007).

6.8.2. Semeno

Vymláčené semeno, které je nestejně zralé, se následně čistí na sítích a dosouší do 24 hodin po sklizni na vlhkost pod 9 %, aby nedocházelo k zapaření a plesnivění. Jinak ztrácí sklizené semeno na kvalitě (Moudrý a kol., 2011; Honzík, 2007). Ve firmě Hemp production s.r.o. semeno během 3 až 4 hodin po sklizni čistí a dosouší na vlhkost 7 až 8 %. V případě zahřátí používají semeno k výrobě barev a laků. Při 30°C dosoušejí semeno na osivo a pro využití potravin do 50°C (Říha, 2014).

7. CHEMICKÉ SLOŽENÍ A ÚČINNÉ LÁTKY

Konopné vlákno patří do skupiny lýkových vláken (len, ramie, juta, kopřiva), má nejjemnější a na omak nejměkčí vlákno. Vyznačuje se vysokou pevností v tahu, pružností a odolností vůči teplu (při 370°C dochází ke změnám barvy, nad 1000°C uhelnatí, ale nevzplane). Kvůli chybějícím bílkovinám jsou vlákna přirozeně chráněna před moly a dalšími hmyzími škůdci. Odolává také hnilobám. Vlákno má tvar polygonového hranolu, který rozptyluje a pohlcuje zvuk a UV záření (konopné tkaniny zadrží až 95% UV záření).

Konopné pazdeří tvoří cca. 2/3 konopného stonku. Dřevitý materiál vyniká lehkostí a savostí (vstřebá až pěti násobek vlastní hmotnosti). Dobře hoří, svojí výhřevností se vyrovná bukovému dřevu viz tab. č. 8.

Konopná semena jsou tvořena vláknitou slupkou a olejnatou dužinou. Obsahují 25 až 30 % vysychavého oleje, 20 až 25 % bílkovin a 10 až 15 % sacharidů ve formě vlákniny. Dále jsou významně zastoupeny esenciální mastné kyseliny, vitaminy A, B₁, B₂, B₆, C a E, fytylin (v lékařství při léčbě chudokrevnosti) a kyselina cannabidiolová se silným baktericidním účinkem. Semeno je důležitým zdrojem minerálních látek: Ca, Na, P, Mg, Fe, Mn, Zn, a Si. Lisováním semen za studena se získává kvalitní olej se stopami chlorofylu, který dává oleji sytou zlatavě zelenou barvu (Mioviský a kol., 2008).

Lisováním jedné tuny semen zbavené zelených okvětních lístků se zpravidla získá 250 litrů oleje. Olej obsahuje stopové množství THC a dalších cannabinoidů. Po

lisování se nechává odstát, aby se usadili pevné částice tzv. kal nebo sedlina. Chuť oleje je oříšková. Olej je třeba chránit před působením vzduchu, světla a tepla, neboť mastné kyseliny v něm obsažené oxidují a způsobují změnu v chuti i účincích (esenciální mastné kyseliny se přeměňují na nasycené). Od roku 2010 je olej součástí Českého lékopisu. Konopný olej obsahuje 50 až 70 % kyseliny linolové (omega – 6) a 15 až 25 % kyseliny α -linolenové (omega – 3). Poměr těchto kyselin je přibližně 3 : 1. Dále obsahuje 1 až 4 % kyseliny γ -linolenové (omega – 9). Vitamíny A, B₁, B₂, B₆, C, D, E (ve formě tokoferolů). Obsahuje fytylin a antioxidant chlorofyl a lecitin (Ruman, 2014).

Tabulka č. 6.:Chemické složení konopného vlákna

Celulóza	70 – 75 %
Hemicelulóza	8 – 15 %
Lignin	8 – 12 %
Popeloviny	0,5 – 1 %
Tuky a vosky	2 – 4 %
vlhkost	10 – 12 %
Mechanické vlastnosti	
Délka	1 – 2 m
Hustota	1,5 g .cm ⁻³
Mez pevnosti v tahu	690 Mpa

Pozn.: odolnost vůči povětrnostním vlivům je z přírodních vláken nejvyšší
(http://www.technomat.cz/data/katedry/kmt/KMT_NEM_PR_14_CZE_Kroisova_Biodegradovatelne_polymery_a_biokompozity.pdf)

Tabulka č. 7.:Chemické složení konopného semene

Konopný olej	25 – 35 %
Sacharidy	20 – 30 %
Bílkoviny (včetně esenciálních AMK*)	20 – 25 %
Vláknina	10 - 15 %
Vitamíny	řady B, E, K
Minerální látky	Ca, Mg, Fe

* AMK = aminokyseliny

Zdroj: http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Konopi_sete.htm

Tabulka č. 8.: Chemické složení konopného pazdeří

voda	9 – 13 %
Sušina	85 -90 %
Z toho:	
Celulóza	52 %
Lignin	18 %
Hemicelulóza	9 %
Minerální látky v sušině:	
Vápník	1 %
Hořčík	0,03 %
Fosfor	9 mg / 100 g
Draslík	0,8 %
Dusík celkem	0,4 – 1 %
Uhlík celkem	496 g / kg
popeloviny	2 %
pH 10 % roztoku	6,7
Mechanické vlastnosti:	
Měrná hmotnost	100– 110 kg.m ⁻³
Nasákavost	200 – 400 %
výhřevnost	15 – 17 MJ / kg
Tepečná vodivost (při teplotě 10°C za sucha)	0,0486 W/m.K

Pozn.: některé hodnoty se mohou lišit v závislosti např.: na roku, odrůdě

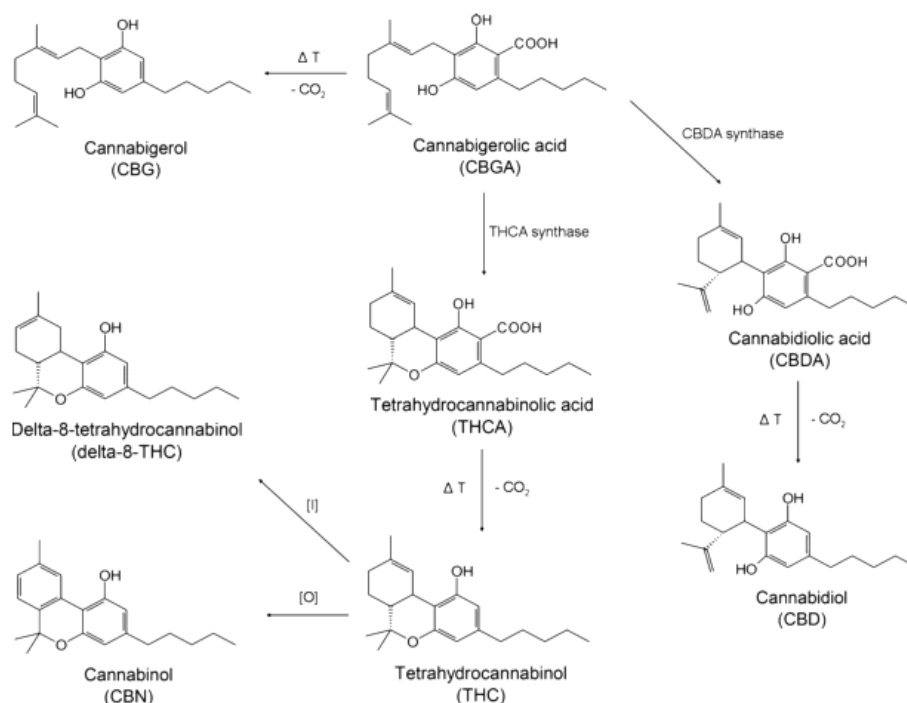
(Zdroj: <http://www.chanvre.oxatis.com/PBCPPlayer.asp?ID=59718>)

Konopí obsahuje 525 chemických látek (Backer, 2012). Mezi základní složky patří aminokyseliny, proteiny, cukry, terpeny, cannabinoidy, flavonoidy, vitamíny, hydrouhličitany, alkoholy, aldehydy, ketony, mastné kyseliny a pigmenty (Grotenhermen, 2009). Specifickou skupinou jsou látky terpenického původu, které jsou souhrnně označovány, jako cannabinoidy. Jsou produkovány rostlinnou tkání v systému žláz ve formě pryskyřice, která je tvořena z 1 / 3 cannabinoidy. Pryskyřičné žlázy se nachází na povrchu všech částí rostlin s výjimkou kořenů a semen. Nejvíce siličných žlázek je na samičích květech s listeny (Zbiral, 2005). Je známo přibližně 109 cannabinoidů (Backer, 2012). Nejznámějším cannabinoidem je Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC), který je znám psychotropním působením (Peč, 2013). K dalším cannabinoidům bez psychotropního účinku, patří cannabidiol (CBD), cannabichromen (CBC) a cannabigerol (CBG). Uvedené cannabinoidy mají pentylový postranní řetězec (Zbiral, 2005). Dalšími typy cannabinoidů jsou Δ^8 -tetrahydrocannabinol, cannabicyclol (CBL) a cannabitriol (CBTL).

Kromě těchto základních typů existují ještě smíšené formy. Ke každému typu patří několik cannabinoidů, které se vzájemně odlišují délkou postranního řetězce

připojeného k hlavní molekule (Grotenhermen, 2009). Při analýzách můžeme nalézt cannabinol (CBN), který vzniká odbouráváním THC při nevhodném způsobu skladování. V čerstvých rostlinách se CBN nevyskytuje. Cannabinoidy jsou syntetizovány a akumulovány, jako jejich příslušné karboxykyseliny (Zbiral, 2005). V jedné rostlině se většinou nachází jen tři až čtyři cannabinoidy v relevantní koncentraci, ostatní nejsou přítomny nebo se nacházejí jen ve stopovém množství. U drogového konopí, z něhož se získává marihuana a hašiš se vyskytuje THC ve vysoké koncentraci od 1 až 25 %. Naopak v technickém konopí převládá cannabidiol o koncentraci 0,5 až 1 % (Grotenhermen, 2009).

Obrázek č. 4.: Vývoj obsahu hlavních cannabinoidů při růstu rostliny



Biosynтетické dráhy kyselých a neutrálních forem THC, CBD, CBG a hlavní produkty rozpadu THC (ΔT – dodání tepla; O – oxidace; I – izomerace) / (Backer a kol., 2012).

7.1. Metody stanovení obsahu cannabinoidů

Ke stanovení cannabinoidů v rostlinách se používají chromatografické metody (Zbiral, 2005). Kapilární plynová chromatografie s detekcí plamennou ionizací (GC – FID) nebo hmotnostní spektrometrií (GC – MS). Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s UV detekcí (HPLC – UV), nebo s detekcí diodového pole (HPLC – DAD). Tyto metody se všeobecně používají k vytvoření chemického profilu vzorků a

určení cannabinoidů. Bez deprivatizace metoda GC poskytuje výtěžek tzv. totální THC (tj. neutrální Δ^9 -THC a jeho kyselinové protějšky). Pro účel potravinové kontroly a řízení je HPLC preferována před GC technologiemi. Metoda HPLC s možností programovatelného složení mobilní fáze na reverzní fázi s UV nebo fluorescentní detekcí se začala používat pro určení THCA (kys. Δ^9 -tetrahydrocannabinolová A) a THC v potravinách (konopný olej, bylinné čaje, konopné semeno). Jedním z hlavních nedostatků těchto metod je, že není k dispozici komerčně certifikovaný referenční standard Δ^9 -THCA-A, který musí být izolován, vyčištěn a identifikován před použitím, jako standard pro kvantifikaci (Giroud, 2002). Od roku 2004 je Δ^9 -THCA-A komerčně dostupný standard od firmy Lipomed. Tento standard je velmi drahý a některé laboratoře, proto stále zůstávají u izolace Δ^9 -THCA-A (Myšíková, 2008).

Před analýzou chromatografickými metodami musí být cannabinoidy extrahovány z tkáně rostlin. Všeobecně jsou nejprve rostlinné tkáně přes noc usušeny v sušárně, pak rozdrčeny a přesáty. Výsledkem je homogenní a jemný prášek. Malá alikvótní část prášku je extrahována s organickým rozpouštědlem. Všechny analýzy se musí provést ve třech vyhotoveních (Giroud, 2002).

Chromatografie na tenké vrstvě (TLC)

Slouží pouze pro předběžnou identifikaci cannabinoidů. Její využití se osvědčilo, jako levná a rychlá alternativa sofistikovanějších instrumentálních metod (HPLC, GC) k rychlému prokázání přítomnosti cannabinoidů ve vzorku. Účinnost TLC oproti jiným chromatografickým metodám se jeví jako velmi nízká (Hazekamp, 2005).

Plynová chromatografie – hmotnostní spektrometrie (GC - MS)

Hmotnostní spektra získaná pomocí GC-MS jsou velmi podobná kyselinám a jejich odpovídajícím neutrálním cannabinoidům. Při absenci derivatizace vysoká teplota, která se používá u GC, způsobuje dekarboxylaci kyselých cannabinoidů na jejich odpovídající neutrální formu. Aby se předešlo dekarboxylaci, musí být kyseliny derivatizovány např. pomocí silylace (Hazekamp, 2005). Píky cannabinoidů v analyzovaném vzorku se identifikují na základě retenčních časů, porovnáním s referenčním vzorkem o známém složení. Vyhodnocení se provádí metodou vnitřního standardu z kalibrační přímky (Zbiral, 2005).

Vysokoučinná kapalinová chromatografie (HPLC)

Metoda bez tepelného šoku, měřící celkovou koncentraci THC s předchozí přeměnou THCA-A (kys. tetrahydrocannabinolová A) / (Dussy, 2005). HPLC umožňuje simultánní stanovení neutrálních a kyselých fytocannabinoidů bez derivatizace. K separaci majoritních a minoritních cannabinoidů (a jejich odpovídajících kyselin – CBD, THC, atd.) se používá typ se sloupci reverzní fáze a vhodným rozpouštědlem pro řízený systém gradientů. Vyhodnocuje se stáří Cannabis (dle poměru kyselých/neutrálních cannabinoidů), efekt procesu zpracování a skladovacích podmínek, porovnání dávky nebo přímá kvantifikace THC ve vodě (čaj z konopí). Detekce se obvykle provádí pomocí UV (Elsohly, 2007).

Spektrometrie v UV oblasti

Většina cannabinoidů se liší ve svých UV spektrech s několika absorpčními vrcholy. Pro kvantifikaci může být zvoleno pro kvantifikaci mnoho vlnových délek. Absorpce všeobecně klesá se vzrůstající vlnovou délkou. Lepší citlivosti je dosaženo při rozsahu 200 – 210 nm (Hazekamp, 2005).

Infračervená spektrometrie (IČ)

Infračervená spektrometrie je běžný způsob identifikace, objasnění struktury cannabinoidů, derivátů při izolaci a syntéze. Spektra IČ jsou uváděna pouze několika absorpčními maximy (Hazekamp, 2005).

7.2. Farmakologické účinky účinných látek

Rostlinné cannabinoidy působí v lidském těle podobně, jako tělu vlastní substance tzv. endocannabinoidy, jež vykonávají v lidském těle nespočet přirozených funkcí (Grotenhermen, 2009). Především tetrahydrocannabinoidy, se vážou na miniaturní molekulární receptory, které kódují naše geny a aktivují je. Receptory cannabinoidů jsou proteiny, které jsou „vypouštěny“ na membránovitý povrch buněk. Protože navazují výhradně na molekuly cannabinoidního tvaru, nazývají se tyto malé přijímače souhrnným označením receptory cannabinoidů. Rozmanitost fyziologických účinků vyvolaných požitím konopí způsobují odlišné buňky a typy tkání v našem těle, které vypouštějí cannabinoidní receptory (Holland, 2014). Receptory se nachází především v mozku a páteři, ale také v buňkách, v srdci, střevech, plicích, močových cestách, děloze, varlatech, žlázách s vnitřní sekrecí, slezině a bílých krvinkách

(Grotenhermen, 2009). Mozek a další tkáně nervového systému vypouštějí cannabinoidní receptory nazývané CB1. Přítomnost dalšího receptoru označovaného CB2, byla zjištěna v určitých buňkách imunitního systému.

V současnosti jsou známé dva snadno detekovatelné endocannabinoidy: anandamid a 2-arachidonylglycerol (Holland, 2014).

THC (Tetrahydrocannabinol)

THC (Δ^9 -tetrahydrocannabinol) odpovídá za charakteristické psychické účinky marihuany a hašiše, ale také za většinu medicínských vlastností konopných produktů. Působí tím, že: rozveseluje, uvolňuje svaly, působí protiepilepticky, antibioticky, snižuje nutkání k dávení, zvyšuje chuť k jídlu, snižuje horečku a nitrooční tlak, uklidňuje a zmírňuje bolest. THC je předepisováno pod mezinárodním názvem dronabinol na lékařský předpis.

CBD (Cannabidiol)

Nemá žádné psychické účinky, při dostatečně vysokých dávkách působí antagonisticky proti THC (Grotenhermen, 2009). Bylo prokázáno, že zmírňuje křeče, záněty, úzkost a nevolnost, inhibuje růst nádorových buněk. CBD je účinný stejně, jako antipsychotika při léčbě schizofrenie (Anonym 3, 2015). Posiluje tišící vlastnosti THC (Grotenhermen, 2009).

Stejně jako CBD, nejsou ostatní cannabinoidy psychoaktivní nebo mají nepatrné psychické účinky. Cannabinol (CBN), cannabigerol (CBG) a cannabichromen (CBC) vykazují farmakologické účinky, nejsou však příliš prozkoumány (Grotenhermen, 2009).

CBN (Cannabinol)

Vzniká rozpadem molekul THC špatně skladované a sušené rostliny konopí (negativně působí: světlo, teplo, vzduch). Jeho obsah se zvyšuje na úkor THC. Má mírné psychoaktivní účinky (zmatenost). Využití v medicíně je okrajové, jeho aktivita funguje na receptorech podobně jako THC s mnohem slabším účinkem.

CBG (Cannabigerol)

Není psychoaktivní, má však léčebný efekt (rakovina kostní dřeně, bércové vředy, pásový opar, potlačuje buněčný růst, stimuluje růst kostí).

THCV (tetrahydrocannabivarin)

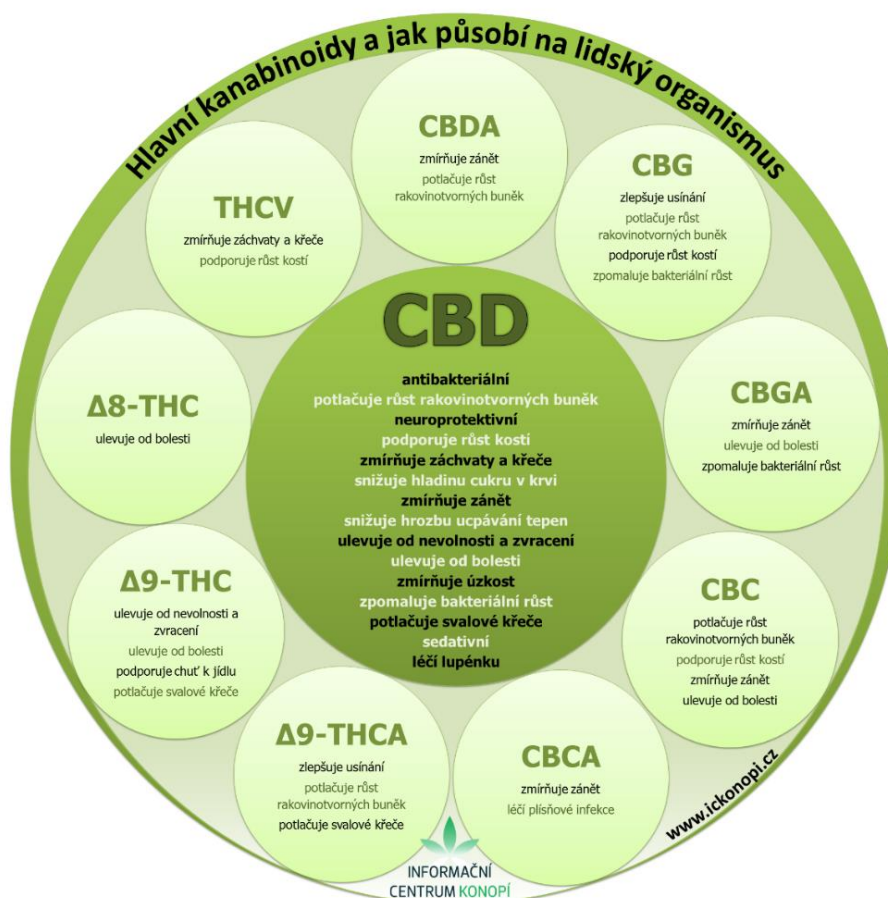
Moduluje metabolismus THC, má silný protizánětlivý efekt. Působení na člověka není zatím detailně prozkoumané. Na pokusných zvířatech působí rychleji než THC, ale s rychlým odezněním.

CBC (Cannabichromen)

Pravděpodobně ovlivňuje průběh intoxikace. Předpokládá se, že působí synergicky s THC (Anonym 3, 2015).

Dalšími účinnými látkami jsou terpeny (éterické oleje) a některé flavonoidy. Flavonidy apigenin a cannaflavin-A působí v lidském těle protizánětlivě, quercetin je silným antioxidantem. Účinky terpenů jsou známy především při zánětech vedlejších nosních dutin. V konopí se vyskytuje terpen eugenol, který působí protizánětlivě a desinfekčně. 1,8-cineol zvyšuje proud krve do mozku (Grotenhermen, 2009). Linalool poskytuje úlevu od bolesti, používá se jako analgetikum (Anonym 4, 2015).

Obrázek č. 5.: Cannabinoidy a jejich působení



(Zdroj: <http://www.ickonopi.cz/category/lecebne-konopi/pro-ktera-onemocneni/>)

8. VYUŽITÍ KONOPÍ

Konopí seté je všestranně využitelná ekologická plodina, z které se dá vyrobit až 25 000 recyklovatelných výrobků. Ve světě se konopné suroviny využívají hlavně v oblasti potravinářství, chemickém a textilním průmyslu, lékařství a kosmetice. V ČR se pěstuje především na produkci krátkého vlákna k technickému využití, zejména pro netkaný textil, papírenský a automobilový průmysl a pro stavební účely (Široká, 2009).

8.1. Textilní průmysl

Ve 30. letech 20. století bylo konopí díky měkkosti a trvanlivosti druhou nejpoužívanější přírodní látkou (Klvaňová a Ruman, 2008). Vlákno se vyznačuje vysokou pevností v tahu a zároveň pružností. Je vhodné k výrobě tkanin, které jsou vystaveny povětrnostním vlivům a vodě (krycí plachty, hadice, koberce, provazy, lana, obuv). Z dlouhých pružných vláken je možné utkat látku tenčí a přitom pevnější než z bavlny a podobnou látkám ze lnu (Anonym 5, 2015).

Současné technologické postupy dovolují míchat konopnou přízi s hedvábím, lycrou, vlnou (Gabrielová, 2007). Tkaniny mají přirozený lesk a větší vstřebávací schopnost, proto jsou využívány na výrobu ručníků, plen a oblečení pro kojence (Anonym 5, 2015). Konopné tkaniny působí v létě chladivým efektem a v zimě naopak nevymrznou. Odolávají teplu a dokáží zadržet až 95 % UV záření (Klvaňová a Ruman, 2008). Obsah kyslíku v konopném vláknu nedovoluje tvoření anaerobních bakterií, a proto potraviny zabalené do konopného vlákna zůstávají až dvakrát déle čerstvé. Vlákno neobsahuje bílkoviny a tím je chráněno před moly.

Může se stát alternativou bavlny, která má vysoké požadavky na pesticidy (až 26 % celosvětové produkce pesticidů) / (Anonym 5, 2015). Na kilogram hmoty spotřebuje bavlna nejvíce vody. Její pěstování způsobuje obrovské škody na životním prostředí.

Tabulka č. 9.: Ekologická rovnováha (požadavky a emise primární energie) pro pěstování konopí a bavlny

	PES (GJ)	CO₂ (Kg)	N₂O (Kg)	CO₂ – Ek (Kg)	SO₂	NO₂ (Kg)	SO₂ – Ek (Kg)
Konopí	8,2	544	1,3	947	1,2	4,5	4,4
Bavlna	25,2	1680	3,0	2650	2,5	14,8	12,9

Měrná jednotka = 1 tuna vláknů, PES = primární energetická spotřeba, CO₂-Ek = CO₂ ekvivalent, příspěvek ke skleníkovému efektu, SO₂-Ek = SO₂ ekvivalent, příspěvek k celkovému zakyselení (Mioviský a kol, 2008)

8.2. Papírenský průmysl

Do roku 1883 bylo vyráběno z konopného vlákna 75 až 90 % světové produkce papíru. Knihy, bible, mapy, papírové peníze, akcie a cenné papíry (Herer, 1994). Konopné vlákno je velmi vhodnou surovinou pro výrobu nejkvalitnějších papírů. Používá se především jako doplněk lněného vlákna a bavlny při výrobě bankovek, ale i na kvalitní papíry pro vysoce náročnou tiskárenskou výrobu a na výrobu cigaretového papíru pro jeho pevnost a relativní ekologickou čistotu (Sladký, 2004). Konopný papír odolává rozkladu a časem nežloutne, jako papír dřevitý.

Ve srovnání výnosu vlákniny je u konopí 2,5 krát vyšší než hektarový výnos lesa (Anonym 6, 2015). Na rozdíl od dřeva obsahuje konopí méně ligninu (konopí 10 až 12 %, dřevo 30 %). Což umožňuje ekologicky přijatelnější bělení papíru bez použití silných sloučenin chlóru. Oproti dřevěnému papíru se může víckrát recyklovat (Klvaňová a Ruman, 2008). Použití konopí pro výrobu papíru by mohlo viditelně omezit kácení lesů a tropických pralesů (Anonym 6).

8.3. Stavebnictví

Dnešní doba přináší nové i staronové materiály, jedním z nových přírodních a zdravotně nezávadných stavebních materiálů, který využívá osvědčené technologie našich předků je konopno-vápenný stavební materiál Tradical Hemcrete (anglické označení Hemp Lime Technology = HLT). Jde o kombinaci konopného pazdeří (stonek konopí zbavený vláken, nadrcený, odprášený a kalibrovaný) a vzdušného vápna, které slouží jako pojivo. Materiál představuje novou generaci vysoce výkonného a udržitelného stavebního materiálu. Certifikovaný vápenno-konopný materiál Tradical Hemcrete má díky vysokému obsahu pazdeří vynikající tepelně

izolační vlastnosti. Výborná zvukotěsnost, propustnost vodních par, nízká měrná hmotnost, flexibilita a odolnost vůči ohni i škůdcům z něj dělají vynikající stavební materiál. Další vlastností, která tento materiál činí zajímavým v době nadměrné produkce skleníkových plynů, je redukce CO₂, nezatěžuje tedy životní prostředí. HLT se velmi často používá, jako designová nebo tepelně izolační omítka budovy, která zvyšuje tepelně užitné vlastnosti domu. Při použití 5 – 7 cm tlusté vnitřní omítky, dokáže snížit roční náklady na vytápění až o 2/3. HLT se také hodí, jako izolační výplň střech, podlah, stropů a stěn (Bešík, 2014).

Tabulka č. 10.: Tepelná kapacita různých materiálů (kJ.m⁻³.K⁻¹)

Mínerální vlna	12
Expandovaný polystyren	22
Polyuretanová izolace	41
Tradical Hemcrete	512
Porobeton (AAC)	560
Cihla	1360
Kámen	1800
Beton	2000

(zdroj: Bešík, 2014)

Tabulka č. 11.: Emise CO₂ při výrobě

Materiál	Produkce CO ₂ .m ⁻² při výrobě
Cihly a pórobeton	+216 kg CO ₂ .m ⁻²
Zdivo Tradical Hemcrete (300 mm)	-32 kg CO ₂ .m ⁻²
Zdivo Tradical Hemcrete (500 mm)	-54 kg CO ₂ .m ⁻²
Střecha Tradical Hemcrete (300 mm)	-47 kg CO ₂ .m ⁻²
Cihla	1360
Kámen	1800
Beton	2000

(Zdroj: Bešík, 2014)

Konopný beton tvoří směs konopného pazdeří, hašeného vápna, cementu a vody. Jedná se o recyklovatelný materiál, který nabízí vysokou tepelnou i zvukovou izolaci. Velkou výhodou je rychlost výstavby, konopný beton totiž tvrdne velmi rychle.

8.3.1. Laky

Konopné nátěry chrání dřevěné materiály, před působením plísní, škůdci a venkovními vlivy. Základem je konopný olej, který je prostupný vodním páram. Olej je vhodný pro nátěry nábytku, hraček apod. Není ale zcela rezistentní vůči působení UV záření a je nutné venkovní povrchy dostatečně ošetřit konopným lazurovacím lakem, který chrání dřevo několik let. Laky se vyrábí v široké paletě odstínů a jejich odolnost se udává až dvojnásobná oproti klasickým lazurám (Vondra, 2014).

8.4. Automobilový průmysl

Již v roce 1941 předvedl Henry Ford první automobil, kdy byla karosérie vyrobena ze 70 % z konopí, pšeničné slámy a sisalu a z 30 % konopného pryskyřičného pojidla. Jedinou ocelovou částí byl svařovaný podvozek. Vozidlo vážilo o 1/3 méně než auta vyrobená z ocele a vykazovalo 10 krát vyšší pevnost při nárazu (Gabrielová, 2007).

Hlavním důvodem zvýšeného zájmu automobilek o přírodní vlákna je nařízení Evropské unie nazvané End-of-Life Vehicle. To požaduje, aby v roce 2015 bylo 95 % materiálů v nově vyrobených autech recyklovatelných. Na skládkách či ve spalovnách by mělo končit maximálně 5 % odpadů. Používání biokompozitů snižuje váhu automobilů, což přináší úsporu paliva a kratší brzdovou dráhu (Ruman, 2014). Konopí se využívá při výrobě dveřních výplní a interiérů (Gabrielová, 2007). Z přírodních vláken lze vyrábět brzdové destičky, které mají shodný třecí výkon jako aramidové. Aramid je neobnovitelná surovina a oproti konopí je až třicetkrát dražší. Jedná se hlavně o lisované biokompozity, což jsou plasty kombinující přírodní vlákenný materiál s určitým typem většinou umělého plnidla.

V současnosti biokompozity používá většina evropských automobilek včetně BMW, Volkswagenu a Škodovky. Mercedes deklaroval, že jeho cílem je, aby byly všechny části vyráběných vozů recyklovatelné nebo rozložitelné (Ruman, 2014).

Obrázek č. 6.: Výplň dveří automobilu s obsahem konopných vláken



Zdroj: <http://www.nazeleno.cz/energie/konopi-kvalitni-biomasa-s-vsestrannym-pouzitim.aspx>

8.5. Potravinářský průmysl

Konopné semeno bylo v období hladu primárním zdrojem výživy v Číně, Austrálii a v Evropě za druhé světové války (Robinson, 2004). V současnosti je stále běžnou potravou obyvatel částí Ruska a Asie. Největšími odběrateli i přes zájem, který se v lidské výživě posledních několik let projevuje, jsou chovatelé zvířat (ptačí zob, návnada ryb).

Semeno

Malý olejnatý oříšek, jehož měkké jádro chrání tvrdší vláknenná slupka. Obsahuje 25 až 34 % oleje a 22 až 25 % stravitelných bílkovin, sacharidy převážně ve formě vlákniny, vitamíny a minerální látky. Mezi další složky patří voda, popeloviny, lecitin, fytyl a kyselina cannabidiolová se silným baktericidním účinkem. Bílkoviny se vyskytují ve formě dobře stravitelného edestinu a albuminu. Edestin je rostlinný protein nejvyšší kvality shodný s bílkovinou lidského těla. Vláknina významně ovlivňuje výživovou hodnotu semen. Snižuje hladinu cholesterolu v krvi a podporuje trávení (Klvaňova a Ruman, 2008).

Konopná semínka jsou vhodná pro každodenní konzumaci jakou součást vyvážené stravy. Jsou zdrojem přirozených lehce stravitelných tuků a bílkovin včetně 9 esenciálních aminokyselin. Je jednou z nejvýživnějších potravin rostlinného původu. Vyniká příjemnou oříškovou chutí. Při přípravě pokrmů by teplota neměla přesáhnout 40°C, jinak dochází ke ztrátě výživných látek, proto se používá převážně ve studené kuchyni nebo až při dochucování teplých jídel. Výborná jsou i naklíčená (Ruman, 2014).

Olej

Lisováním semene se získává kvalitní olej oříškové chuti se stopami chlorofylu. Konopný olej je charakteristický vysokým obsahem esenciálních nenasycených mastných kyselin. Obsahuje 50 až 70 % kyseliny linolové (18:2 ω -6), 15 až 25 % kyseliny α -linolenové (18:3 ω -3) a 1 až 4 % kyseliny γ -linolenové (18:3 ω -6). Poměr esenciálních kyselin přibližně 3 : 1 (ω - 6: ω - 3) je nutričně optimální (Včeláková a Ruman, 2015). Používá se k přípravě marinád, pomazánek nebo do salátů. Na pokrytí denní dávky kyseliny linolové a linolenové stačí 3 až 4 lžičky oleje

(Šmirous, 2013). Zahříváním, vystavováním slunečnímu záření a vzduchu se proteiny a mastné kyseliny transformují a olej žlukne. Proto by se měl olej skladovat v tmavé skleněné lahvi a v chladu (Klvaňová a Ruman, 2008).

Tabulka č. 12.: Obsah mastných kyselin v konopném oleji

Nasyčené kyseliny celkem	9 – 11 %
Kyselina palmitová (16 : 0)	6 – 9 %
Kyselina stearová (18 : 1)	2 – 3,5 %
Kyselina arachinová (20 : 0)	1 – 3 %
Kyselina behenová (22 : 0)	0,3 %
Nenasycené kyseliny celkem	89 – 91 %
Kyselina olejová (18 : 1 ω-9)	10 – 16 %
Kyselina linolová (18 : 2)	50 – 70 %
Kyselina α-linolenová (18 : 3)	2 – 4 %
Kyselina stearidonová	0,4 – 2 %
Kyselina gadoleinová (20 : 1)	< 0,5 %

(Zdroj: Miovský a kol., 2008)

Tabulka č. 13.: Porovnání poměru kyseliny ω-6 linolové a ω-3 linolenové v rostlinných olejích

Doporučený poměr	3 – 5 : 1
Konopný olej	3 : 1
Slunečnicový olej	71 : 1
Lněný olej	1 : 4
Sójový olej	8 : 1
Olivový olej	9 : 1
Řepkový olej	2 : 1
Olej z pšeničných klíčků	10 : 1

(Zdroj: Benhaim, 2007)

Pokrutiny

Vedlejší produkt, který vzniká při lisování oleje, obsahuje kolem 30 % bílkovin a nezanedbatelné množství oleje. Pro plnou ořechovou chuť se výlisky používají, jako přísady při výrobě piva. Mletím se získává konopná mouka. Nejčastěji se pokrutiny přidávají do krmiva pro zvířata.

Mouka

Vyrábí se rozemletím pokrutin nebo celých semen (Klvaňová a Ruman, 2008). Neobsahuje lepek a využívá se proto v 5 až 10 % podílu k zatraktivnění chuti a kvality pekařských výrobků.

Bílkovinný koncentrát

Získává se extrakcí z konopného semene. Koncentrát je téměř 100 % a je vhodným doplňkem stravy. Lze ho přidávat např. do ovocných džusů nebo mléčných koktejlů (Gabrielová, 2007).

Esenciální olej

Destilací květů a listů vzniká tekutina s výraznou vůní a chutí. Podporuje odhlehování dýchacího systému a bronchodilataci. Jeho antibiotické účinky se využívají při zánětech zažívacího traktu (Bryndová, 2005). Využívá se v lékařství, kosmetice i v potravinářském průmyslu pro přípravu čajů, nealkoholických nápojů, ale i piva nebo při výrobě cukrovinek (Gabrielová, 2007).

8.6. Kosmetický průmysl

Konopný olej díky vysokému obsahu nenasycených mastných kyselin napomáhá při léčbě lupénky, akné a ekzémů. Hydratační a antibakteriální vlastnosti oleje jsou využívány při výrobě mýdel, krémů, šamponů, sprchových gelů, balzámů na rty a léčivých mastí (Gabrielová, 2007). Pomáhá udržovat jemnou pokožku a zdravé vlasy, chrání před vysoušením, předčasnou tvorbou vrásek a před silným slunečním zářením (Klvaňová a Ruman, 2008). Nejrozšířenějším produktem je konopná mast, kterou lze snadno vyrobit v domácích podmínkách. Používá se na různorodé kožní problémy, zranění (odřeniny, popáleniny), bolesti svalů a kloubů (Ruman, 2014).

8.7. Medicína

Po více než 3500 let, byla marihuana (sušené samičí květenství) jednou z nejpoužívanějších rostlin pro léčebné účely v Číně, Indii, Středním a Blízkém východě, Africe a Evropě. V Americe byla marihuana používána 60 let jako analgetikum do objevení aspirinu. Od roku 1850 do roku 1937 bylo konopí předepisováno jako základní lék (Herer, 1994). O léčivých účincích konopí bylo vypracováno několik stovek zdravotních studií. Přípravky je možné používat při léčbě či zmírnění příznaků nemocí jako jsou: rakovina, AIDS, zelený zákal, roztroušená skleróza, epilepsie, Parkinsonova nemoc, alergické astma a různé projevy bolesti (Rätsch, 2013). Bezpečnou aplikací cannabinoidů v medicíně při fyzioterapiích a aromaterapiích se jeví vaporizéry. Vaporizace je proces, při kterém jsou cannabinoidy z rostlinného materiálu vylučovány do vzduchu teplem, aniž by docházelo k hoření. Vylučování cannabinoidů probíhá při teplotě 185°C a proto nedochází k produkci benzenových, toluenových a naftalenových formací jako při hoření rostlinného

materiálu. Plynovou hmotnostní chromatografií, bylo zjištěno, že vaporizát obsahoval 95 % THC a 0,1 % stop CBD a CBN. Naproti tomu analýza kouře z hořících okvětních lístků konopí provedená stejnou metodou, prokázala 111 různých složek. Jiné látky než cannabinoidy tvořily 88 % celkového objemu kouře (Miovský a kol., 2008). Při vaporizaci dochází k uvolnění velmi výrazné chutě a účinek se dostavuje přibližně po 10 minutách inhalace. Vaporizace využívají v Rakouských a Švýcarských nemocnicích (Adams, 2012). Dalšími možnostmi aplikace je kouření, požívání rozemletého prášku, čerstvých listů a květenství připravovaných na tuku. Používají se i lihové roztoky a mléčné extrakty (Miovský a kol., 2008).

8.8. Energetický průmysl

Odpad vzniklý z průmyslového zpracování konopných stonků v tírně je vnitřní dřevitá hmota – pazdeří (Gabrielová, 2007). Celulózu a hemicelulózu je možné přeměnit na alkoholová paliva (methanol, ethanol a methan). Pazdeří se lisuje pod vysokým tlakem do topných briket nebo pelet, bez použití pojiva do válcovitého tvaru. Spalování při 9 % vlhkosti poskytuje srovnatelnou nebo vyšší výhřevnost 16,5 – 18 MJ.kg⁻¹ jako hnědé uhlí (13,4 – 18 MJ.kg⁻¹) Při hoření se uvolňuje minimum škodlivých emisí (Šíroková, 2009). Spalováním hnědé uhlí vzniká až 18 % popela oproti 1 až 4 % popela z biomasy. Účinnost spalování dosahuje u moderních kotlů spalujících biomasu až 89 %. Popel lze použít jako hnojivo s obsahem vápníku, hořčíku, draslíku a fosforu (Gabrielová, 2007). Jeden hektar konopí poskytne energii jednomu rodinnému domu (100 – 120 GJ/rok) / (anonym 8, 2015).

S využitím konopného pazdeří jako paliva je třeba uvažovat jen ve zvláštních případech, protože je výhodnější ho zpeněžit např. na stelivo pro zvířata (Sladký, 2004).

8.9. Další možnosti využití

Bioplasty

Přírodní vlákna jsou možnou alternativou ropy, z které se získávají uhlovodíky pro výrobu plastických hmot. Konopná vlákna dokáží nahradit umělé hmoty používané k výrobě nádobí, člunů, snowboardů, brusných kotoučů atd. (Nosreti, 2015). Podkladem brusných kotoučů je konopné vlákno. Dají se použít k broušení

železa, ušlechtilé oceli, litiny, barevných kovů, podmíněně i dřeva a umělé hmoty (Ruman, 2011).

Obrázek č. 7.: Univerzální brusný kotouč z konopného bioplastu



Výhody:

- Tichý provoz
- Chladnější a méně vibrační brus
- Plné využití brusných ploch
- Žádné vytváření škodlivých látek při práci
- Bezproblémové opotřebení (Ruman, 2011)

(Zdroj: http://www.eisenblaetter.pl/index.php?id_product=121&controller=product)

Budoucnost výrobců bioplastů představuje spotřební elektronika (obaly počítačů, mobilů, iPodů, televizorů atd.). Na vývoj těchto materiálů investuje většina velkých firem včetně Mitsubishi, Sony nebo Nokie (Ruman, 2011).

Čisticí prostředky

Konopí lze využít i pro výrobu pracích a čisticích prostředků. Z oleje se získávají tenzidy, látky aktivní při praní. Konopné tenzidy jsou po sedmi dnech 100 % odbourány (Anonym 7, 2015).

Podestýlka pro zvířata

Kolem 95 % konopného pazdeří se prodává jako podestýlka pro zvířata (koně, králíci, hlodavci). Pazdeří se osvědčilo nejen dobrou savostí (absorbuje až čtyřnásobek vlastní hmotnosti), ale také antiseptickými vlastnostmi, schopností pohlcovat zápach a snadnou rozložitelností (Karus, 2005; Ruman, 2014).

9. VNĚJŠÍ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ OSAH CANNABINOIDŮ

Obsah cannabinoidů v rostlině je závislý na několika faktorech a to jak na genetickém předpokladu, tak na mnoho vnějších vlivech: sucho, teplo, druh půdy, výživa, škůdci, bakterie, plísně, ultrafialové záření... Chladné léto může snížit obsah cannabinoidů, naopak suché a větrné podmínky mohou obsah zvýšit. Vysoké hnojení dusíkem způsobuje snížení obsahu THC v listech. Je pravděpodobné, že cannabinoidy s terpeny slouží jako obranné mechanismy v různých situacích (Pacifiko a kol, 2008).

Sucho

Lepivé pryskyřice vytvořené a vylučované na povrchu rostliny, jsou různé kombinace cannabinoidů a terpenů. Mohou být považovány za analogické látky, které vytváří kutikulu kaktusů a jiných sukulentů, sloužící jako ochrana před ztrátou vody v suchém prostředí. Z experimentálních pokusů bylo zjištěno, že rostliny v suchých oblastech produkují vyšší obsah cannabinoidů v pylu při nižší vlhkosti (Dupal, 2004; Pacifiko a kol., 2008).

Teplota

Teplota ovlivňuje obsah cannabinoidů v souvislosti s mírou dostupné vláhy. Byl zaznamenán zvýšený i snížený obsah cannabinoidů při teplotě 32°C oproti teplotě 22°C. U indického konopí se koncentrace THC pohybuje kolem 12 %, ale u konopí pěstovaného v teplejší oblasti Švýcarska a ve vyšší nadmořské výšce lze dosáhnout i 21 % THC v sušině (Sladký, 2004).

Výživa

V roce 1988 zkoumali v Olomouci vliv hnojení na obsah CBD a THC v odrůdě Rastislavské. Pozemek byl rozdělen na pět políček a oset konopím. Ke hnojení byl použit N (dusičnan vápenatý), P (superfosfát), K (draselná sůl). Jeden pozemek zůstal nevyhnojený (0). Na jednotlivá políčka se aplikovaly různé kombinace hnojiv: NK, PK, NP, NPK a 0. Maximální hodnota CBD byla při hnojení NK 35 mg CBD.g⁻¹

sušených vrcholků a naopak nejnižší při hnojení NPK 24,6 mg CBD.g⁻¹ sušených vrcholků. V závislosti na druhu hnojiva klesal obsah CBD v následujícím pořadí: NK > PK > 0 > NP > NPK. Nejvyšší množství THC bylo zjištěno při hnojení PK 2,4 mg THC.g⁻¹ sušených vrcholků. Nejnižší hodnoty byly dosaženy hnojením NP 1,1 mg THC.g⁻¹ sušených vrcholků. Obsah THC klesal v závislosti na druhu hnojiva v tomto pořadí: PK > NK > NPK > 0 > NP. Ze srovnání vyplývá, že při vyhnojení NK a PK byly zjištěny ve vyšších stupních zralosti rostliny nejvyšší hodnoty obsahu CBD a THC (Miovský a kol., 2008).

Škůdci

Poškození rostlin hmyzími škůdci může vést ke zvýšené produkci pryskyřice. Rostlina reaguje na vysušení místa v oblasti narušení cévního svazku zvýšenou tvorbou cannabinoidů a terpenů. Produkci cannabinoidů se snaží minimalizovat stres. Konopí má tři zjevné obranné mechanismy: velmi husté pokrytí trichomy, uvolňování těžkých terpenů a vyměšování lepkavých cannabinoidů.

Při studii s velmi potentním mexickým konopí bylo zjištěno, že působí smrtelně na larvu přástevníka medvědího (*Arctia caja*) a na saranče pustinné (*Schistocerca gregaria*). Cannabinoidy mohou také sloužit jako mechanická ochrana. Drobný hmyz, který se dostane na povrch listů, může poškodit cisterny pryskyřicových žlázek a může být uvězněn v lepkavé pryskyřici. Škůdci s kousacím ústrojím mají problémy při kousání pryskyřice pokrývající povrch listů.

Konkurence okolních rostlin

Terpeny a cannabinoidy mohou napomáhat k potlačení růstu okolní vegetace. Vědci Haney a Bazzaz spekulovali, že produkce terpenů a cannabinoidů není plně vyvinuta u velmi mladých rostlin, a proto mají špatnou schopnost konkurovat jiným rostlinám.

Ultrafialové záření

Sluneční záření je nezbytné pro fotosyntézu a zároveň obsahuje biologicky destruktivní ultrafialové záření. Experimentálně bylo zjištěno ovlivnění množství produkce THC při stresu způsobeném UV-B zářením. Za podmínek, kdy byly rostliny konopí vystaveny vysokému působení UV-B záření, produkovaly větší množství THC.

Byly zjištěny pouze malé rozdíly v absorpčních schopnostech THC a CBD (Ranalli, 1999). Hustota porostu při průmyslovém pěstování, snižuje množství THC na minimum, kvůli omezenému přístupu slunečního záření. Energie slunečního záření se nedostane do míst, kde by měla být tvořena pryskyřice. Rostlina naopak vyvine více lýkového vlákna, které je mnohem delší (Conrad, 2001).

Skladování

THC a aromatické silice degenerují světlem, teplem a vzduchem. Proto je zapotřebí sklizený rostlinný materiál skladovat v chladnu, ve tmě a ve vzduchotěsných obalech (Doležal, 2010).

10. EKONOMIKA PĚSTOVÁNÍ

Nejvyžívanější odrůdou v ČR je odrůda Bialobrzeskie, pěstovaná pro kombinovanou produkci. Příjmy jsou z prodeje stonku a semene. Obecně se hektarové náklady na konopí pohybují mezi 16000 až 21000 Kč. Mezi nejnákladnější položky patří lisování stonku, osivo a hnojiva. Zabezpečením těchto operací vlastními silami, lze snížit náklady. Na druhou stranu vlastní zabezpečení některých operací by znamenalo nezbytné investice, protože konopí vyžaduje speciálně upravené stroje (Kotyza, 2012).

Tabulka č. 15.: Náklady produkce odrůdy konopí Bialobrzeskie na Rakovnicku

Operace	Jednotková cena	Cena (Kč/ha)
Pronájem půdy + daň		1 000
Osivo (45 kg)	100 Kč/kg	4 500
Orba		1 750
Smykování a vláčení		345
Setí		395
Příprava půdy		695
Dusík (80 kg)	9 000 Kč/t	2 700
Draslík (45 kg)	12 000 Kč/t	900
Fosfor (45 kg)	5 000 Kč/t	1 150
Aplikace hnojiv		350
Sklízení semene		2 500
Sečení stonku		500
Obracení/hrabání		500
Lisování (8 t)	200 Kč/balík (á 300 kg)	5 400
Čištění + sušení semene (0.6 t)	2000 Kč/t	1 200
Celkem		23 885

(Zdroj: Kotyza, 2012)

Náklady na pěstování odrůdy Bialobrzeskie na Příbramsku vychází pěstitele konopí Václava Říhu na 14500 až 21000 na hektar. Výkupní cena semínka za kilogram je kolem 30 Kč. Stonek se vyplatí prodávat do Německa i za cenu nákladů za dopravu. Při prodeji stonku do spalovny není pěstování rentabilní a zisk je závislý na získaných dotacích. Výkupní cena stonku u německého zpracovatele je 140 Eur za tunu (při kurzu 27,38 Kč/1 Euro, 3833 Kč.t⁻¹) / (Říha, 2014). V případě prodeje do spalovny v České Republice je cena za tunu 625 Kč (Kotyza, 2012).

11. NÁVRH TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ KONOPÍ STÉHO PRO KOMBINOVANOU SKLIZEŇ

Návrh je určen pro menší zemědělský podnik bez živočišné produkce. Pro pěstování konopí na semeno a stonku bych volila odrůdu Bialobrzeskie, která je vyšlechtěna pro růst v naší zeměpisné šířce a klimatických podmínkách. Semeno je střední velikosti a výborné chuti s vyšším výnosovým průměrem.

Tabulka č. 14.: Pětiletý osevní postup pro pěstování konopí setého

Rok	Plodina
1	Pšenice ozimá
2	Konopí seté
3	Mák setý
4	Konopí seté
5	Hrách setý

1 rok

Po sklizni předplodiny ozimé pšenice provést zaorávku slámy (25 – 30 cm) s přidavkem dusíkatého hnojiva DAM 390 (80 l na hektar) pro tvorbu vlastních bílkovin bakterií, které způsobují rozklad. DAM 390 je kapalné dusíkaté hnojivo, obsahující 30 % dusíku, z toho jednu čtvrtinu ve formě amonné, jednu čtvrtinu ve formě dusičnanové a jednu polovinu ve formě amidické. Tvoří jej roztok dusičnanu amonného a močoviny (Anonym 9., 2015).

2 rok

Podle možností na podzim nebo na jaře urovnat povrch rotačními bránami. Předseťová příprava s použitím secí kombinace. Podle zkušeností Václava Říhy (2014) a průběhu jara vysít osivo co nejdříve, kdy teplota půdy dosáhne 8 – 9 °C v hloubce 3 cm. Výsevek 25 až 30 kg.ha⁻¹ do řádků 30 cm širokých. Po zasetí uválet rýhovanými válci, aby se podpořilo rovnoměrné vzcházení rostlin. Podle zaplevelení volit preemergentní popřípadě postemergentní aplikaci herbicidů.

3 rok

Po sklizni máku setého zasít nejpozději do 15. září svazku vratičolistou na zelené hnojení.

4 rok

Na jaře zaorání svazky vratičolisté a příprava půdy před setím konopí setého stejně jako v druhém roce.

5 rok

Poslední plodinou v osevním postupu bych zvolila hrách setý, který váže vzdušný N prostřednictvím hlízkových bakterií. Termín setí je do poloviny dubna. Po sklizni na zelené semeno by následovala orba a předseťová příprava a setí pšenice ozimé nejpozději do poloviny října.

Hnojení konopí

Z dusíkatých hnojiv na hektar aplikovat 350 kg ledku vápenatého. Před setím aplikovat třetinu a zbytek rozdělit do dvou dávek během vegetace na list. Fosforečná hnojiva aplikovat na podzim před orbou v dávce 250 kg.ha⁻¹ superfosfátu. Draselných a hořečnatých hnojiv aplikovat třetinu na podzim a polovinu na jaře před setím v celkové dávce 350 kg.ha⁻¹ síranu draselného a 80 kg.ha⁻¹ kieseritu. Jelikož se konopí daří na neutrálních až slabě zásaditých půdách, je důležité provádět vápnění, které bych do osevního postupu zařadila dvakrát. Podle výsledku půdní reakce zjištěného chemickým rozbořem půd, bych určila aplikační dávku, kterou bych aplikovala po sklizni plodiny v druhém a pátém roce osevního sledu s následným zapravením.

Ochrana

V současnosti není potřeba chemického ošetření vůči škůdcům a chorobám, neboť není mnoho pěstitelů konopí a proto zaujímá v České Republice plochu kolem 250 ha (v roce 2014 280 ha) / (Šmirous, 2015). Dalším faktorem omezení je střídání plodin. Jen v nepříznivých podmínkách, kdy porost nevzejde dostatečně rychle a plevel přeroste konopí je nutné plevel potlačit meziřádkovým kypřením nebo herbicidy (preemergentně herbicid Afalon 45 SC, postemergentně herbicid Targa super 5 EC).

Sklizeň

Sklizeň na semeno nastává od poloviny září, kdy semena v dolní polovině květenství jsou plně vyžralá a na vrcholu zelená. Pořízení sklizňové mechanizace je finančně náročné a pro běžného malopěstitele nevýhodné, neboť neumožňuje další využití. V České Republice na Příbramsku firma Hemp production s.r.o. vlastní a pronajímá (4000 Kč.ha⁻¹ + náklady na pohonné hmoty a přepravu) speciálně upravenou sklízecí mlátičku pro kombinovanou sklizeň stonku a semene. (Přestavba

sklízecí mlátičky činí 160 Eur). Sklízecí mlátička DEUTZ FAHR 4080 HTS byla vyvinuta v Německu. Vpředu má nesený adaptér značky KEMPER. Sklízí semeno a pomačkané stonky vrací v neuspořádaném stavu zpět na pole k narosení. Konopnou slámu je důležité nechat vyrosit a obracet, aby se docílilo požadované vlhkosti 12 – 16 % pro následný prodej. Vhodným obracečem a shrnovačem je paprskový shrnovač od výrobce Kuhn. Podle požadavků odběratele lze použít svinovací lisy s pevnou lisovací komorou na válcovité balíky nebo lis na hranaté balíky. Sklizené semeno, které je nestejně zralé je nutné vyčistit a následně dosušit na vlhkost 8 % na obilních čističkách.

12. ZÁVĚR

Konopí lze považovat za plodinu budoucnosti pro svoje široké spektrum využití. Mimo jiné má tato rostlina potenciál nahradit fosilní zdroje. Představuje jeden z nejperspektivnějších rostlinných zdrojů, s jehož pomocí v absolutním souladu s principy trvale udržitelného rozvoje či života, dokáže lidstvo uspokojovat své materiální potřeby bez negativního dopadu na životní prostředí.

Po roce 1999, kdy vstoupila v České Republice v platnost legislativa umožňující pěstovat odrůdy konopí s obsahem THC pod 0,3 %, se postupně obnovuje pěstování konopí setého. Konopí se daří zejména v bramborařských, řepařských a kukuřičných výrobních oblastech, kde průměrný úhrn srážek neklesá pod 500 mm. Nejvyšších výnosů dosahuje na půdách hlubokých, hlinitých, hlinitopísčítých, kyprých, bohatých na humus a půdy s reakcí neutrální až slabě zásaditou. Vhodnými předplodinami jsou plodiny, které zanechávají půdu čistou, kyprou a jsou hnojené statkovými hnojivy. Termín setí je závislý na klimatických podmínkách, nejčastěji se pohybuje od 10. dubna do konce května do hloubky 3 – 4 cm. Podle způsobu využití rostliny se odvíjí i množství vysetého osiva a šířka řádků. Při pěstování na vlákno je výsevek 3 – 5 miliónů klíčivých semen, naopak při pěstování na semeno je výsevek 1 – 1,5 miliónu klíčivých semen.

Dalším přínosem konopí ať už technického nebo psychotropního konopí s vysokým obsahem THC jsou léčivé účinky, které jsou prokazatelné.

V České Republice se pěstování konopí doposud významně nerozšířilo, přestože vhodné oblasti pro jeho pěstování u nás jsou. Na druhou stranu se k nám v současné době podstatná část této suroviny dováží. Poptávka po surovině několikanásobně převyšuje nabídku, což napovídá tomu, že by se v tuzemsku mohly pěstební plochy zvýšit. Velký zájem je o konopné semeno. Přetrvávající překážkou jsou obtíže se zpracováním stonků, jelikož zde chybí kapacitní tírenské zařízení. Další překážkou jsou předsudky a neinformovanost části veřejnosti o možnostech pěstování konopí setého, ale i jeho využití a vlastnostech produktů z něj vyrobených. Pěstování konopí představuje komplexní hospodářské odvětví s velkým potenciálem dalšího rozvoje.

13. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADAMS, P. *Weedology: Marihuana, vše o pěstování konopí*, překlad: Jindřich Krása, 1.vyd. Nizozemsko: Positive Publishers b.v.b.a., 2012, 351 s. ISBN 978-90-76583-35-8.

BACKER, D. B., K. MAEBE, A. G. VERSTRAETE a C. CHARLIER. *Journal of forensic sciences: Evolution of the Content of THC and Other* [online]. Belgie: Wiley-Blackwell, 2012 [cit. 2015-03-04]. ISSN 0022-1198. Dostupné z: Web of Science

BENHAIM, P. *Konopí: zdraví na dosah: holistická kuchařka*. Vyd. 2. Překlad Kateřina Orlová. Frýdek-Místek: Alpress, 2007, 408 s. Knižní hity. ISBN 978-80-7362-407-1.

BEŠÍK, J. *Konopí: znovuobjevený potenciál: sborník přednášek z konference veletrhu Cannafest 2010-2013*. Vyd. 1. V Praze: Lukáš Běhal, 2014, 309 s. ISBN 978-80-260-6957-7.

CONRAD, Ch. *Konopí pro zdraví: fakta o léčivých účincích marihuany*. Překlad Miroslava Procházková. Praha: Pragma, 2001, 210 s. ISBN 80-720-5834-7.

DOLEŽAL, J. X. *Marihuana: užitečné rady*. Vyd. 1. Praha: Levné knihy, 2010, 78 s. ISBN 978-80-7309-894-0.

DUPAL, L. *Kniha o marihuaně*. Vyd. 2. Praha: Mat'a, 2004, 135 s. ISBN 80-728-7082-3.

DUSSY, F. E., C. HAMBERG, M. LUGINBÜHL, T. SCHWERZMANN a T. A. BRIELLMANN. *Forensic science international: Isolation of Δ^9 -THCA-A from hemp and analytical aspects concerning the determination of Δ^9 -THC in cannabis products* [online]. Switzerland, 2005 [cit. 2015-03-02]. ISSN 0379-0738. Dostupné z: Web of Science

ELSOHLY, M. A. *Marijuana and the cannabinoids*. Totowa, N.J.: Humana Press, c2007, 322 s. ISBN 1-58829-456-0.

GABRIELOVÁ, H. *Konopí - biomasa pro život*. Chvaleč: Konopa, 2007, 26 s. ISBN 978-80-254-1149-0.

GIROUD, Ch. : *Analysis of Cannabinoids in Hemp Plants*. Chimia, 2002, 56 s., No. 3, 80-83.

GROTENHERMEN, F. [z německého originálu přeložil Miroslav HUBÁČEK]. *Konopí jako lék: praktický rádce k využívání konopí a dronabinolu v medicíně*. Vyd. 1. Olomouc: Fontána, 2009, 231 s. ISBN 978-807-3365-523.

HERER, J. *Spiknutí proti konopí aneb " císař nemá šaty": nezkraslený výklad o cannabis - konopí, konopné prohibici a o tom, jak může marihuana zachránit svět*. 1 čes. vyd. Petr Kroutil. Bystřice pod Hostýnem: Cannabis Sativa, 1994, 141 s.

HOLLAND, J. *Tráva: kompletní průvodce světem marihuany v medicíně, vědě, kultuře a politice*. Hodkovičky [i.e. Praha]: Pragma, c2014, 454 s. ISBN 9788073494087.

HOLUBÁŘ, J., J. KABRHELOVÁ a P. KRAUS. *Len a konopí 2014: Přehled odrůd konopí setého 2014*. 1. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2014., 42 s. ISBN 978-80-7401-086-6.

HONZÍK, R. *Nové technologické postupy sklizně technického konopí*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007. ISBN 978-808-7011-317.

HONZÍK, R., M. BJELKOVÁ, J. MUÑOZ a V. VÁŇA. *Pěstování konopí setého Cannabis sativa L. pro výrobu bioplynu: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012, 24 s. ISBN 978-80-7427-127-4.

JOSÉ, Mr. *Jak pěstovat "outdoor", aneb, Konopí na zahrádce*. vyd.1. Česko: Josef Krejčík, 2012., 140 s. ISBN 978-80-260-1435-5.

KLVAŇOVÁ, L. a M. RUMAN. *Konopí - staronový přítel člověka*. Zelená pumpa - Chraštické ekocentrum: o.s. Konopa, 2008., 36 s. ISBN 978-80-254-1825-3.

KOCOURKOVÁ, B., H. PLUHÁČKOVÁ a G. RŮŽIČKOVÁ. *Pěstování speciálních plodin*. Mendelova univerzita v Brně: ASTRON studio CZ, 2014, 100 s. ISBN 978-80-7509-020-1.

KOTYZA, P. *Think Together 2012: Ekonomika pěstování technického konopí v ČR: Případová studie Rakovnícka*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. ISBN 978-80-213-2275-2.

KUHN, V. *Pěstování rostlin: pro rolnické a odborné hospodářské školy*. II. díl, podrobný. Praha: České akademie zemědělské, 1940. 27., 176 s.

LAHOLA, J., Š. Bernáth, J. Láskoš. *Výživa a hnojení praxních rostlin*. Ústav vědeckotechnických informací, 1969, 21 s.

MIOVSKÝ, M., T. BLAHA, M. DĚDIČOVÁ, J. DVOŘÁČEK, R. GABRHELÍK, H. GABRIELOVÁ, H. GAJDOŠÍKOVÁ, O. HANUŠ, J. HORÁČEK, P. KRMEŇČÍK, P. KUBŮ, L. MIOVSKÁ, A.B. OUŠTĚCKÁ-NERADOVÁ, J.M. NERAD, J. RADIMECKÝ, M. RUMAN, V. SIVEK, J. ŠEJVL, A. ŠULCOVÁ, J. VACEK, J. VOPRAVIL, F. VOREL a T. ZÁBRANSKÝ. *Konopí a konopné drogy: adiktologické kompendium*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 533 s. ISBN 978-802-4708-652.

MOUDRÝ, J. a Z. STRAŠIL. *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2011., 142 s. ISBN 978-808-6726-403.

MOUDRÝ, J. a Z. STRAŠIL. *Pěstování alternativních plodin: (učební texty)*. 1. vyd. Č. Budějovice: ZF JU, 1999, 165 s. ISBN 8070403837.

MYŠÍKOVÁ, J. *Analytické vlastnosti vybraných fytoKANABINOIDŮ*. Hradec Králové, 2007. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120018586/?lang=cs>. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, farmaceutická fakulta v Hradci Králové. Vedoucí práce RNDr. M. Hamerníková, PhD.

- PACIFICO, D., F. MISELLI, A. CARBONI, A. MOSCHELLA a G. MANDOLINO. *Euphytica: Time course of cannabinoid accumulation and chemotype development during the growth of Cannabis sativa*. Italy: Springer Netherlands, 2008. ISSN 0014-2336.
- RANALLI, P. *Advances in hemp research*. New York: Food Products Press, 1999, 272 s. ISBN 15-602-2872-5.
- RÄTSCH, Ch. *Marihuana jako lék: etnomedicína, užívání a recepty na léčení konopím*. Vyd. 1. Olomouc: Fontána, 2013, 240 s. ISBN 978-80-7336-703-9.
- ROBINSON, R. *Velká kniha o konopí*. Vyd. 3. Praha: Volvox Globator, 2004, 280 s. ISBN 80-720-7532-2.
- RUMAN, M. *Cannabis konopí: Průvodce světem univerzální rostliny*. Praha: Malý princ, 2014, 306 s. ISBN 978-80-87754-13-9.
- RYBÁČEK, V. *Rostlinná výroba*. 2. uprav. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970, 640 s.
- ŘÍHA, Václav: Ústní sdělení, HEMP PRODUCTION s.r.o. Chrašnice, 25. 11. 2014.
- SLADKÝ, V. *Konopí, šance pro zemědělství a průmysl*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2004, 64 s. ISBN 80-7271-145-8.
- STRAŠIL, Z. *Energetické plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 127 s. ISBN 80-867-2613-4.
- ŠMIROUS, P. *Zápisník len a konopí 2013*. Šumperk: AGRITEC s.r.o., 2013. ISBN 978-80-87360-14-9.
- ŠMIROUS, P. *Zápisník len a konopí 2015*. Šumperk: Lnářský svaz ČR v nakl. Agritec, [2015]. ISSN 978-80-87360-33-0. 1x ročně.
- ŠNOBL, J. *Rostlinná výroba IV.: (chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům)*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby, 2004, 119 s. ISBN 80-7207-532-2.
- Úřední věstník Evropské unie, C450: Společný katalog odrůd druhů zemědělských rostlin — 33. úplné vydání*. 2014. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=OJ:C:2014:450:TOC>
- Zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů § 29: Ohlašovací povinnost osob pěstujících mák setý nebo konopí. In: 1998. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/100064741.html>
- ZBÍRAL, J. *Bulletin 2005*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2005, IX, č. 3., 58 s. ISSN 1212-5466.

INTERNETOVÉ ZDROJE

ANONYM 1. *Dřepčík chmelový*. Agromanuál.cz: Vše o přípravcích na ochranu rostlin. [online]. [cit. 2014-10-03]. Dostupné

z: <http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/drepcik-chmelovy.html>

ANONYM 2. *Zavijec Kukuřičný*. Agromanuál.cz: Vše o přípravcích na ochranu rostlin [online]. [cit. 2014-10-03]. Dostupné

z: <http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/zavijec-kukuricny.html>

ANONYM 3. *Jak konopí léčí*. Kopac: Pacientský spolek pro léčbu konopím.[online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.spolek-kopac.cz/cz/8/jak-konopi-leci>

ANONYM 4. *Cannabinoid*. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné

z: <http://steephilllab.com/resources/cannabinoid-and-terpenoid-reference-guide/>

ANONYM 5. *Textilní průmysl*. Legalizace.cz. [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné

z: <http://www.legalizace.cz/konopi/vyuziti/textilni-prumysl/>

ANONYM 6. *Papír z konopného vlákna*. Konopa: Občanské sdružení. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/cs/o-konopi/papir-z-konopneho-vlakna.html>

ANONYM 7. *Kosmetický průmysl*. Legalizace. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.legalizace.cz/konopi/vyuziti/kosmeticky-prumysl/>

ANONYM 8. *Konopí jako obnovitelný zdroj energie*. Konopa: Občanské sdružení. [online]. [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/energetika/konopi-jako-obnovitelny-zdroj-energie.html>

ANONYM 9. *DAM 390 - zemědělské hnojivo*. Agrochemtrade [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.agrochemtrade.cz/dam-390-zemedelske-hnojivo.html>

BRYNDOVÁ, B. *Esenciální olej: další poklad skrytý v konopí*. In: [online]. 2005 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://www.bushka.cz/archiv/esence.html>

KARUS, M. *Evropský konopářský průmysl v letech 2001 až 2004: Pěstování, suroviny, výrobky a trendy*. [online]. 1 - 10 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.bushka.cz/ganjaweb/05-02%20EU-EIHA%20cz-1.pdf>

NOSRETI, D. *Dřevo, dřeviny, dřevnaté rostliny: a jejich využití*. [online]. [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: http://www.darius.cz/ekolog/mater_drevo.html

PANTŮČEK, J. *Konopí seté (Cannabis Sativa L.)*. [online]. 2010 [cit. 2014-11-03]. Dostupné z: <https://www.topvet.cz/herbar/konopi-sete>

PEČ, J. *Praktické lékárenství: Konopí aneb THC, CBD, CB1, CB2 atp.* [online]. [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: <http://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2013/03/09.pdf>

RUMAN, M. *Život s konopím: Konopné plasty a jiné přírodniny* [online]. 2011 [cit. 2015-01-18]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/cs/plasty/blog.html>

ŠÍRKOVÁ, M. Konopí lze využít k dekontaminaci půdy i odpadních vod. [online]. 2013 [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/zivotni-prostredi/konopi-lze-vyuzit-k-dekontaminaci-pudy-i-odpadnich-vod>

ŠIROKÁ, M. *Konopí seté: Energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí*. [online]. 2009 [cit. 2015-03-15]. ISSN: 1801-2655. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energeticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti>

VČELÁKOVÁ, M. a M. RUMAN. *Konopí - léčivá pochutina*. [online]. [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/cetba/konopi-leciva-pochoutka.html>

VONDRA, N. *Konopí ve stavebnictví*. [online]. 21.5.2014 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.ekostavivo.cz/konopi-ve-stavebnictvi/>

14. PŘÍLOHY

Příloha č. 1. Fenologická stupnice konopí setého

<u>Stadium 0: Klíčení</u>	
00	suché semeno
01	počátek bobtnání semen
03	konec bobtnání semen
05	kořínek (radicula) vystoupil ze semene
07	hypokotyl s dělohami nebo klíček protrhl osemeni či slupku semene
09	dělohy prorážejí na povrch půdy, klíček nebo list proráží povrch půdy
<u>Stadium 1: Vývoj listů</u>	
10	dělohy plně rozvinuty
11	první pravý list, pár listů nebo přeslen je rozvinutý
12	2 pravé listy, 2 listové páry nebo přesleny jsou plně rozvinuty
15	5 pravých listů, listových párů, nebo přeslenů rozvinuto
19	9 nebo více listů listových párů, nebo přeslenů rozvinuto
<u>Stadium 2: Tvorba bočních větví</u>	
21	první postranní výhon viditelný
25	5 postranních výhonů viditelných
<u>Stadium 3: Prodlužovací růst</u>	
31	stonek dosáhl 10 % konečné délky
35	stonek dosáhl 50 % konečné délky
39	stonek dosáhl konečné délky
<u>Stadium 4: Tvorba vegetativních orgánů</u>	
41	skliditelné vegetativní části rostliny se začínají vyvíjet
43	skliditelné vegetativní části rostliny dosáhly 30 % konečné velikosti
49	skliditelné vegetativní části rostliny dosáhly konečné velikosti
<u>Stadium 5: Tvorba květů</u>	
51	viditelné květenství nebo květní poupata
55	první jednotlivé květy jsou viditelné (ještě uzavřené)
59	první korunní plátky viditelné
<u>Stadium 6: Kvetení</u>	
61	počátek kvetení : 10 % květů otevřených nebo 10 % kvetoucích rostlin
63	30 % květů otevřených nebo 30 % kvetoucích rostlin
65	plné kvetení, 50 % květů otevřených nebo 50 % kvetoucích rostlin, první korunní plátky opadávají, nebo zasychají
69	konec kvetení, viditelná násada plodů
<u>Stadium 7: Vývoj plodů</u>	
71	malé plody viditelné, nebo plody dosáhly 10 % konečné velikosti
73	první plody dosáhly konečné velikosti, nebo plod dosáhl 30 % konečné velikosti
75	50 % plodů dosáhlo konečné velikosti, nebo plod dosáhl 50 % konečné velikosti
77	70 % plodů dosáhlo konečné velikosti
79	téměř všechny plody dosáhly konečné, pro druh nebo odrůdu typické velikosti počátek zrání nebo vybarvování plodů
<u>Stadium 8: Zrání</u>	
85	pokročilé zrání nebo pro druh nebo odrůdu typické vybarvování plodů
88	plody začínají měknout (druhy s dužnatými plody)
89	plná zralost, plody jsou plně pro druh nebo odrůdu typicky vybarvené, počátek opadávání plodů
<u>Stadium 9: Stárnutí</u>	
93	listy začínají měnit barvu nebo opadávat
95	50 % listů změnilo barvu nebo opadlo
97	konec opadávání listů, nadzemní části rostlin odumřely
99	sklizený produkt

Zdroj: <http://eagri.cz/public/web/file/112424/Konopi2013.pdf>

Příloha č. 2. Statistická data – konopí seté 2004 – 2014

	Jedn.	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14
Osevní plocha	ha	307	156	1155	1538	518	228	236	290	213	280
Výnos stonku	t.ha ⁻¹	9,0	9,0	9,0	8,6	6,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,5
Výnos vláknů	t.ha ⁻¹	1,55	1,45	1,50	1,90	1,80	1,60	1,60	1,60	1,40	1,55

(Zdroj: Šmirous, 2015)

Příloha č. 3. Vývoj osevních ploch konopí setého v evropských zemích [ha]

	2013	2014	Vývojový trend
Francie	11605	10720	stabilní, mírný pokles
Holandsko	1100	1950	rostoucí trend
Itálie	450	900	rostoucí trend
Ostatní země EU	1360	1680	rostoucí trend, nové země
Celkem	14515	15250	Mírný nárůst
Podíl Francie	80 %	70 %	

(Zdroj: Šmirous, 2015)

Příloha č. 4. Nažka konopí setého



(Zdroj: autor)

Příloha č. 5. Konopí seté – 12 fáze dvou pravých listů



(Zdroj: autor)

Příloha č. 6. Konopí seté – stádium vývoje listů



(Zdroj: autor)

Příloha č. 4. Rostlina konopí setého – stadium sedm vývoj plodů



(Zdroj: autor)

Příloha č. 6. Sedmičetný list konopí setého



(Zdroj: autor)

Příloha č. 7. Stonky v neuspořádaném stavu sklizené sklízecí mlátičkou DEUTZ FAHR 4080 HTS



(Zdroj: autor)