JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, PhD.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Produkce biomasy konopí setého (*Cannabis sativa*) pěstovaného v ekologickém systému hospodaření

Vedoucí práce:

Doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, PhD.

Autor práce:

Jan Kašpar

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: **2017/2018**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Jan KAŠPAR**
Osobní číslo:	**Z16210**
Studijní program:	**B4131 Zemědělství**
Studijní obor:	**Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu:	**Produkce biomasy a semen konopí setého (*Cannabis sativa*) pěstovaného v ekologickém systému hospodaření**
Zadávající katedra:	**Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je zhodnotit vliv odrůdy konopí setého a možnosti jeho pěstování v ekologickém systému hospodaření při různých směrech jeho využití.
Vlastní řešení práce bude probíhat podle následujícího schématu:
1) Shromáždění názorů domácích i zahraničních autorů k řešené problematice.
2) Spolupráce s vybraným ekologicky hospodařícím podnikem.
3) Odběr a zpracování biomasy ve fázi kvetení a plné zralosti.
4) Stanovení množství vytvořené biomasy, semen, vlákna a pazdeří.
5) Statistické zpracování a vyhodnocení získaných dat a dále jejich uspořádání v podobě tabulek grafů či obrazových příloh. Součástí vyhodnocení bude porovnání zjištěných výsledků s výsledky obdobných pokusů u dostupných prací a závěrečný souhrn získaných výsledků.

Rozsah grafických prací: **5 stran**

Rozsah pracovní zprávy: **25 - 30 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Sladký V. 2004 Konopí, šance pro zemědělství a průmysl, Praha : ÚZPI, 64 s.
Plíštil D. Využití technického konopí pro energetické účely. Biom.cz [online]. 2004-11-15 [cit. 2010-02-04].
Energiepflanzen : Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus ; Hrsg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim . Darmstadt : Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2006, 372 s.
Šimon J, Strašil Z., 2000 Perspektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely. Praha: ÚZPI, 50 s.
Široká M. Konopí seté - energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí. Biom.cz [online]. 2009-01-26 [cit. 2010-02-04].
Rámcová metodika pěstební technologie konopí setého, Agritec Šumperk
Ranalli P. 1999 Advances in hemp research. Haworth press, Binghamton USA, 272 s.
Časopisy Journal of the International Hemp Association, Cannabinoids a sborníky z konferencí Bioresource Hemp Symposium
Databáze Web of Science a Scopus

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jana Pexová-Kalinová, Ph.D.**
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: **28. června 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2019**

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. února 2018

Prohlášení:

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 v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných .... fakultou - 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: Podpis:

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí práce doc. Ing. Janě Pexové Kalinové Ph.D. za pomoc při jejím vypracování, za odborné rady a připomínky. Rád bych také poděkoval pěstiteli Martinu Sulánovi za poskytnutí osobních zkušeností při pěstování konopí setého a nemalého množství materiálu. A v neposlední řadě celé své rodině za velkou podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt

Konopí seté je významná olejnopřadná rostlina, která opět nachází své uplatnění, a to především díky své téměř stoprocentní biodegradabilitě, mnohostrannému využití, ale též kvůli specifickým vlastnostem. Cílem této práce bylo zhodnotit vliv odrůdy konopí setého na produkci a možností jeho pěstování v ekologickém systému hospodaření při různých směrech jeho využití. U pěti odrůd konopí (Futura 75, Carmagnola, KC Zuzana, KC Virtus, Felina 32) pěstovaných v ekologickém systému hospodaření v oblasti Velharticka byla hodnocena hustota a zdravotního stavu porostu, výška a průměr rostlin, výnos vlákna, pazdeří, nažek i celkové biomasy. Pěstování konopí setého v ekologickém režimu lze doporučit, protože dosáhlo podobných výnosů jako je průměrně dosahováno v konvenčním systému hospodaření v ČR. Pro kombinovanou produkci biomasy a nažek či květenství lze doporučit zejména odrůdu KC Virtus a Felinu 32, která vykázala i nadprůměrný výnos nažek a květenství. Nejvyšší produkce vlákna a pazdeří dosáhla odrůda KC Virtus, u vlákna činil výnos 2,8 t/ha a u pazdeří 8,3 t/ha.

Klíčová slova: výnos, biomasa, květenství, nažky, vlákno, pazdeří,

Abstract

Hemp is a significant oil and fibre crop that finds its use again, due to its almost 100% biodegradability, various use but also its specific features. The aim of this thesis was to evaluate the influence of the variety on hemp production and possibilities of the hemp cultivation in organic farming in different ways of its use. Five varieties of hemp (Fortuna 75, Carmagnola, KC Zuzana, KC Virtus, Felina 32) cultivated in organic farming in the Velhartice area were used for evaluating the density and the health status of the stand, plant height and diameter, yield of fibre, hurds and total biomass. We can recommend growing hemp in organic farming because hemp achieved yields similar to average production from the conventional farming system there. We can recommend KC Virtus and Felina 32 variety, which reached a high yield of achenes and inflorescences for the combined production of biomass and achenes or biomass and inflorescences. The KC Virtus variety reached the highest fibre (2.8 t/ha) and hurds production (8.3 t/ha) too.

Keywords: yield, biomass, inflorescence, achenes, fibre, hemp hurds

Obsah

1. Úvod 10

2. Cíl 12

3. Literární rešerše 13

3.1. Historie pěstování konopí a produkce v ČR 13

3.2. Pěstování konopí v ekologickém systému hospodaření 15

3.3. Taxonomická charakteristika konopí 16

3.4 Biologická charakteristika konopí setého 17

3.4.1. Kořenový systém 17

3.4.2. Stonek 17

3.4.3 Listy 17

3.2.4. Květ 18

3.4.5 Plod 19

3.5. Požadavky na prostředí 19

3.6. Zásady pěstování konopí setého v EZ 20

3.6.1 Osevní postup 20

3.6.2. Předseťová příprava půdy 20

3.6.3. Setí 21

3.6.4. Hnojení 22

3.6.5. Zásahy během vegetace 23

3.6.6. Sklizeň 24

3.7. Využití konopí setého 26

3.7.1. Nažky 26

3.7.2. Květenství a listy konopí 27

3.7.3. Vlákno 28

3.7.4. Pazdeří 32

3.7.5. Biomasa 33

4. Dotační politika 33
5. Materiál a metodika 35
5.1. Charakteristika pokusného stanoviště 35
5.2. Založení porostů 36
5.3. Ošetřování porostů během vegetace a odběr vzorků 37
5.4. Použité odrůdy 37
5.5. Metody stanovení sledovaných parametrů 38
6.Výsledky 40
7. Diskuze 52
8. Závěr 55
9. Seznam použité literatury: 57

1. Úvod

Konopí seté je odolná, jednoletá rostlina s vysokou výnosovou schopností a mnohostrannou využitelností. Hodnota konopí spočívá v jeho specifických vlastnostech. V případě pěstování na vlákno jeho pevnost převyšuje i tu nejkvalitnější bavlnu. Konopí seté může být využitelné v potravinářství a stavebnictví, díky vysoké odolnosti a vynikajícím izolačním vlastnostem pak také v automobilovém, kosmetickém a chemickém průmyslu, papírnictví, energetice i dalších odvětvích.

Díky těmto vlastnostem bylo konopí rozšířeno téměř do celého světa. Bezpochybně jsou i místa, kde je pěstování konopí přísně zakázáno např. USA, ale na druhé straně jsou země, kde má pěstování konopí dlouholetou tradici.

Téměř veškerá produkce konopí setého pochází z konvenčního zemědělství tzn. aplikováním veškerých forem agrotechniky, které sice zvyšují výnosnost plodiny, ale zajisté nejsou vždy šetrné k životnímu prostředí. Při opakovaných aplikacích vysokých dávek minerálních hnojiv a prostředků na ochranu rostlin není navíc plně využito specifických vlastností této rostliny. Naopak produkce v duchu ekologického zemědělství sice nezajistí nejvyšší možné výnosy, ale docílíme tím čistší produkce s minimem vnějších vstupů. Například množstvím a dobou výsevu i následným růstem plodiny ovlivníme množství plevelů, takže invazivní způsob likvidace je téměř zbytečný. Tím, že se intenzivně využívají posklizňové zbytky z předchozích plodin a organická hnojiva ve vhodném množství, nedochází tak k masivnímu přehnojování jako v konvenčním způsobu zemědělské výroby. Přehnojování plodin má za následek vyplavování hnojiv – zejména dusíku a fosforu do nižších pater půdy, a tedy následné kontaminaci spodních vod. Další výhodou pěstování konopí jsou díky mohutné kořenové soustavě proti erozivní účinky, které zabraňují úbytku úrodné půdy. Dekontaminace půdy je bezesporu další významná vlastnost konopí. Kořenová soustava neodebírá jen živiny z půdy, ale má i schopnost absorbovat těžké kovy a rezidua pesticidů. Rekultivační schopnost a adaptabilita k horším pěstebním a klimatickým podmínkám předurčují právě tuto plodinu pro šetrné formy zemědělství. Začlenění konopí setého do osevního postupu a využití látek obsažených v celé rostlině, vede k ochraně před škůdci a chorobami i následně pěstovaných plodin.

Tím, že začneme uváženě zvyšovat pěstování této specifické rostliny právě ekologickým způsobem, budeme schopni udržet trvalý systém zemědělské produkce,

aniž bychom negativně ovlivňovali zemědělskou půdu. Díky vysoké trvanlivosti produktů vyrobených z konopí, snadné recyklovatelnosti a téměř stoprocentní biodegradabilitě by mělo být pěstování této plodiny zvyšováno ku prospěchu nás všech.

2. Cíl

Cílem práce je zhodnotit vliv odrůdy konopí setého a možnosti jeho pěstování v ekologickém systému hospodaření při různých směrech jeho využití.

3. Literární rešerše

3.1. Historie pěstování konopí a produkce v ČR

Podle archeologických nálezů se konopí v Evropě pěstuje nejméně 7000 let. Největšího rozkvětu na několika stech tisících hektarech doznalo pěstování od počátku 17. do poloviny 19. stol. s největší spotřebou vlákna na plachty a lanoví lodí a potřebu armád (Sladký, 2004).

Do konce 19.století bylo konopí považováno za jednu z nejvýznamnějších průmyslových plodin pěstovanou v Americe (Ruman, 2014).

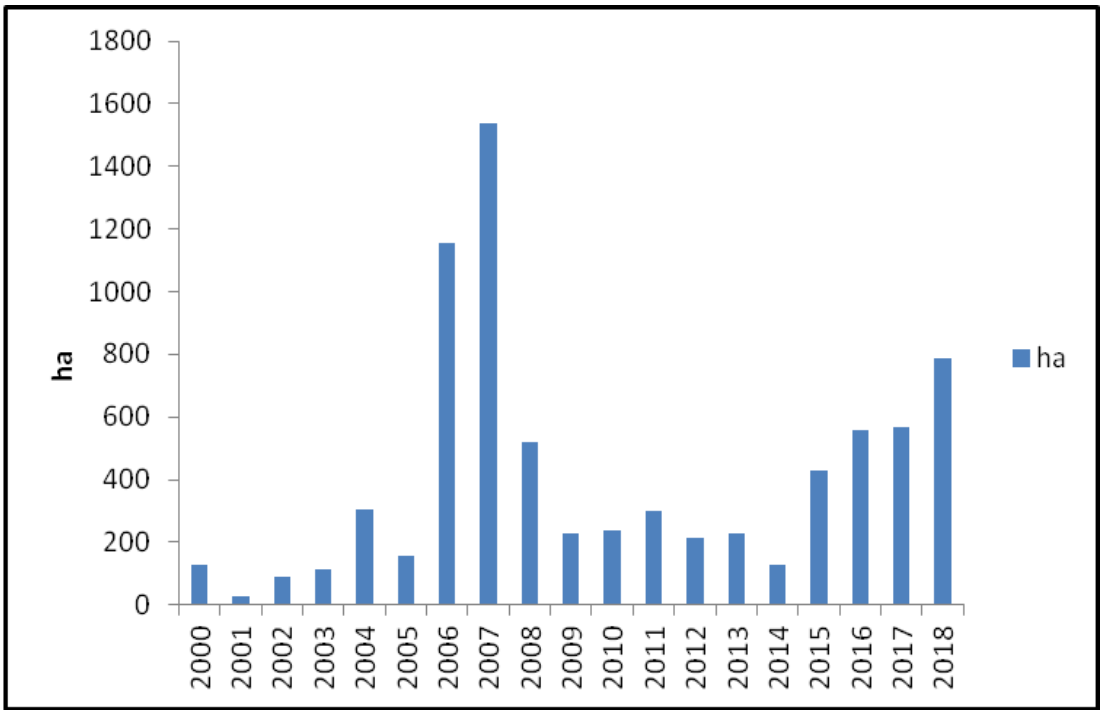
První zákaz pěstování konopí prosadila průmyslová loby v USA, kde byl v roce 1937 prosazen zákon o dani z marihuany který změnil status konopí na plodinu zakázanou. K zákazu pěstování konopí se pozvolna připojovaly další země (Petříková a kol. 2006). Po II. světové válce nastal další velký úpadek v důsledku převahy bavlny a umělých vláken. Konopí podržela zejména Francie (především pro výrobu papíru), Balkánské země a jižní oblasti bývalého Sovětského svazu (Sladký, 2004).

V dnešní době je zaujímán odlišný pohled na tuto kontroverzní plodinu a změnou legislativy právě ve prospěch konopí se vrací produkce i do těch zemí, kde bylo konopí zakázáno. V Evropě zaznamenává v posledních letech pěstování technického konopí boom. Největšími producenty a zpracovateli jsou Francie, Velká Británie a Německo. Renesanci zažívá i u nás, ovšem s povinností ohlášení větších osevních ploch (Prugar a kol., 2008).

V Čechách se začalo s pěstováním konopí již v 17. století. Využíváno bylo vlákno k výrobě plachet, lan a též i pro potřeby vojska. Nejvyšší osevní plochy byly v 19. století, kdy plocha činila téměř 12 tis. ha (Široká, 2009). Naopak ve dvacátých letech minulého století došlo k výraznému snížení osevní plochy této rostliny díky importu kvalitnějšího bavlněného vlákna a pozvolné produkci syntetických tkanin. Další téměř morová rána pro konopí nastala v šedesátých letech z důvodu nezájmu zpracovatelů. Zákon č.92/1966 sb., o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, znemožnil pěstování původních českých odrůd konopí. Na konci devadesátých let se začalo pěstování opět pozvolna vracet na česká pole. Od roku 2000, kdy se konopí opět vrátilo na česká pole, se produkce pozvolna zvyšovala až do roku 2007, kdy bylo

konopím oseto 1538 ha. Poté se osevní plocha začala pozvolna snižovat na současných 786 ha viz. tabulka č. 1 (Bjelková, 2018).

Tabulka č. 1 Produkce konopí setého v ČR a její vývoj v posledních 18 ti letech (Bjelková, 2018)



V současné době je v České republice dovoleno pěstovat odrůdy konopí setého, které mají obsah THC 0,3 %. Podmínky pro pěstování konopí upravuje zákon č. 167/1998 sb. o návykových látkách, který s platností od 1. 1. 1999, stanovil v § 24 za horní hranici 0.3 % obsahu THC v sušině konopí (Celní zpráva České republiky, 2014). Dle § 29 tohoto zákona pro osoby pěstující konopí či mák na ploše větší jak 100 m^2 je povinnost předat hlášení místně příslušnému celnímu orgánu podle místa pěstování. Společný katalog odrůd obsahuje 51 odrůd konopí setého, které lze pěstovat na území EU tedy i v ČR (Bjelková, 2017).

V České republice je v současnosti možné pěstovat konopí na vlákno nebo na semeno. V poslední době se uvažuje o produkci na hmotu pro energetické účely (Moudrý a kol., 2001).

3.2. Pěstování konopí v ekologickém systému hospodaření

Pěstování konopí v ekologickém systému hospodaření představuje pouze malou část z celkové produkce konopí v ČR i ve světě. Jedná se téměř vždy o jednu z mnoha činností ekologicky zaměřeného podnikatele. V České republice je to například pan Václav Lapka z Rakovnicka, který začal s pěstováním konopí v roce 2005, kdy jeho osevní plocha činila 0,5 ha. Poté došlo k pozvolnému zvyšování ploch až k cca 10 ha v dnešní době (Lapka, 2017). Další z malých farem, která se zabývá pěstováním konopí, je Cannacura. S produkcí začala v roce 1998 a už v roce 2005 přišla na trh s novým produktem širokého spektra účinných látek konopí „konopná herba“ a první konopnou kosmetiku s obsahem kanabinoidního komplexu. Produkce je rozložena do různých částí České republiky, a to podhůří Jeseníků, oblast Vysočiny, ale také v zahraničí, zejména v Itálii (Anonym 13, 2019).

Plochy konopí setého pěstovaného konvenčním způsobem a v ekologickém režimu nejsou rozlišovány (ústní sdělení Klvaňová, 2018).

V zahraničí je v současnosti konopí běžně pěstováno ekologicky např. v Kanadě. Ceny konopných nažek z ekologického zemědělství jsou v Kanadě asi o 30–40 % vyšší než z konvenční produkce. Potenciální zisk je odhadován na 1000 dolarů v ekologickém systému hospodaření proti 750 dolarům v konvenčním systému hospodaření (Bomford, 2014). V USA Asociace MOFGA (Maine Organic Farmers and Growers Association) certifikovala v roce 2016 vice než 500 ekologických farem pěstujících konopí pro léčebné účely. Certifikace technického konopí z ekologické produkce je v USA možná od roku 2018 (Anonym 17, 2017. V roce 2014 farmářský zákon umožnil vysokým školám v USA pěstování konopí pro akademické nebo zemědělské účely. V současné době Kentucká státní univerzita provádí a následně vyhodnocuje vybrané odrůdy konopí na certifikovaných ekologických půdách, určuje výnos a konkurenceschopnost odrůd (Bomford, 2014).

Podle zprávy společnosti Grand View Research, Inc. USA se očekává, že globální trh s konopím dosáhne do roku 2025 úrovně 10,6 miliardy USD a očekává průměrné tempo růstu 14 % ročně. Důvodem je rostoucí počet obyvatel a rostoucí disponibilní příjem, které povedou ke zvýšené poptávce po výrobcích osobní péče, kvalitní kosmetice, proteinových doplňcích a dalších zdravotně nezávadných výrobcích (Johnson, 2018). Legislativní změny v listopadu roku 2017 umožnily prodej

konopných potravin v Austrálii. Tím se otvírá veliká příležitost pro místní ekologické zemědělce. Austrálie se tak může stát významným producentem konopí. Odhadované plochy konopí v ekologickém systému hospodaření pravděpodobně dosáhnout tisíce hektarů (Anonym 18, 2019). Další z mnoha zemí zabývající se pěstováním konopí v ekologickém režimu je stát Uttarakhand v Indii, kde legalizovali pěstování konopí k průmyslovému využití. Důvodem je zvýšení ekonomické životaschopnosti zemědělců v souvislosti s klesající cenou obilovin a se zvýšenou náchylností běžných plodin. Další obavy jsou ze zvýšené environmentální zátěže z důvodu vysokých vstupů chemických hnojiv a pesticidů (Anonym 15, 2019).

Podle Světové organizace pro výživu a zemědělství (FAO) je Evropa jedním z největších trhů s konopím na světě. V roce 2016 vyprodukovaly evropské země konopí na více než 32,4 ha, což představovalo přibližně 40 % celosvětové výměry. EU má aktivní trh s konopím, jehož produkce je ve většině členských států. Pěstování je nejvíce soustředěno do Francie, Nizozemska, Litvy a Rumunska (Anonym 19, 2018)

3.3. Taxonomická charakteristika konopí

Linné zařadil konopí do čeledi *Mareacea* (morušovitých), později však bylo přeřazeno do čeledi *Urticaceae* (kopřivovité). Další výzkumy a vývoj v oblasti botanického řazení vedly k vytvoření samostatné čeledi *Cannabaceae* (konopovité) (Ruman, 2014). Rod *Cannabis* zahrnuje dle Rumana tři druhy konopí: **konopí plané (*Cannabis ruderalis*) -** nevýznamný jednoletý plevel, **konopí indické (*Cannabis indica*),** které je pěstováno v teplejších klimatických oblastech nejen pro vlákno a semeno, ale také pro vysoký obsah THC (Sladký, 2004; Ruman, 2014) a **konopí seté (*Cannabis sativa*) -** nejrozšířenější druh konopí, u kterého rozeznáváme tři formy.

- **severní –** narůstá max.do 0,8 m a dozrává za 60 až 80 dní. Tento typ se dělí na odrůdy rané s nejkratším stonkem a sibiřské s nízkým až středním stonkem. Dává malý výnos stonků i semen, která jsou drobná. U nás se nepěstuje (Ruman, 2014; Sladký, 2004).

- **jižní – původní typ** konopí, narůstá do výšky 3,5 - 4 m s vegetační dobou 130 až 180 dní, dává vysoký výnos jemného vlákna, ale relativně malý výnos semen (Sladký, 2004).

- **přechodný typ** – vznikl křížením předchozích typů pro pěstování ve střední Evropě, podle půdních a klimatických podmínek dorůstá do výšky 1,7 – 2,5 m (výjimečně až 3,5 m) a dává dobrý výnos vlákna i semene, dozrává za 90 až 120 dní (Sladký, 2004; Moudrý a kol., 2011).

Konopí technické – bylo vyšlechtěno v 80. letech minulého století z konopí setého. Má štíhlý nevětvený stonek, který je vhodný pro další zpracování. Takzvané technické konopí se může pěstovat téměř bez omezení právě díky nízkému množství THC, které musí být dle zákona č.167/1998 Sb. nižší než 0,3 % (Bucharová, 2018).

3.4 Biologická charakteristika konopí setého

3.4.1. Kořenový systém

Konopí seté má kořenový systém v porovnání s nadzemními orgány slaběji vyvinutý. Hlavní kulovitý kořen běžně dorůstá do hloubky 30–40 cm a na hlubokých půdách proniká až do hloubky 2 m (Klvaňová, 2007).

3.4.2. Stonek

Stonek konopí je přímý v průměru 3–50 mm silný a podle vlastností, prostředí a typu může dorůst do výšky 5 i více metrů. V lýkové části je 14–19 % vlákna, které zvyšuje pevnost stonku. Nejvyšší obsah vlákna mají stonky tenké a dlouhé. Stonek má 7–15 internodií (Klvaňová, 2007).

3.4.3 Listy

Konopí má dva jednodílné děložní listy podlouhlého tvaru. Krátce po vzejití opadávají a tvoří na lodyze první kolénko. Konopný stonek je od spodu až ke květenství ve větších vzdálenostech osazen listy vstřícně, v květenství je jejich osazení hustější a střídavé. Dlanitě dělené 3 – 13četné listy mají kopinatý tvar

a pilovitý okraj s krátkými až středně dlouhými řapíky. Při dozrávání rostlin listy odspodu k vrcholu žloutnou, odumírají a opadávají (Miovský a kol., 2008).

3.2.4. Květ

Květenství samčích rostlin je seskupeno v úžlabních latách na dosti dlouhých stopkách vyrůstajících z úžlabí listů (obr č. 1). Každý kvítek má 5 žlutozelených květních šupinek a 5 tyčinek. V době plného kvetení, zejména za teplých dní, vytvářejí samčí rostliny velké množství pylu (Miovský a kol., 2008).

Konopí je cizosprašná rostlina, pyl je přenášen převážně větrem na vzdálenost 10-12 km. Studie v jižním Španělsku identifikovaly pyl konopí v atmosférických vzorcích, které dorazily z rozsáhlých polí v Maroku přes sto kilometrů vzdálených. Takový rozptyl negativně ovlivňuje nové pěstební programy s cílem vyšlechtění nových odrůd (Schluttenhofer,Yuaan, 2017).

Obrázek č.1
Samčí květenství konopí setého

(foto autor)

Obrázek č.2
Samičí květenství konopí setého

(foto autor)

Samčí rostliny kvetou 20–25 dnů. Po odkvětu odumírají. Z hospodářského, ale i z legislativního rámce jsou proto samičí rostliny daleko více významné než samčí (ANONYM 1, 2018). Samičí květy mají svrchní, dvoupouzdrý semeník s jedním vysunutým vajíčkem a dvěma dlouhými nitkovitými bliznami. Samičí květy (obr. č. 2) jsou rozloženy v horní části rostliny v několika vrstvách a tvoří hustě olistěné krátké

složité hrozny. Samičí rostliny začínají kvést o 3–10 dní později než samčí. Pyl je schopný oplodnění 14–15 dnů po svém dozrání. Od opylení až po dozrání semene uplyne 30–40 dní (Miovský a kol., 2008, Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005).

3.4.5 Plod

Plodem konopí je vejčitá jednosemenná nažka s malým obsahem endospermu a s velkým podkovovitě stočeným klíčkem (obr. č. 3). Velikost nažky je závislá na typu a odrůdě konopí. Délka semene je 2–5 mm, šířka 2–4 mm tloušťka 2,3–3,8 mm. Barva je šedozelená, tmavohnědá až černá, s jemným mramorováním. HTS je 8–6 g (Miovský a kol., 2008).

Obrázek č. 3 Konopné nažky

(foto autor)

3.5. Požadavky na prostředí

Konopí je teplomilnější plodina. Vegetační termická konstanta při pěstování na vlákno je 1800–2000 °C, na nažky 2200–2500 °C. (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). V době vzcházení mladé rostliny jsou schopny odolávat jarním mrazům do -5 ºC. Chladné počasí v prvních fázích vývoje zpomaluje růst a nepříznivě působí na celý další vývoj rostliny (Moudrý a kol., 2011).

Konopí je velmi náročné na vláhu. Na vytvoření 1 kg sušiny potřebuje za dobu svého růstu 1,5 – 2krát více vody než obiloviny, to je až 700 litrů vody na 1 kg sušiny

nadzemní biomasy. Po dobu největšího růstu, od vytvoření třetího patra pravých listů až do počátku tvorby květních pupenů, tj. v červnu a červenci, by měly být srážky nejméně 5 mm (Sladký, 2004). Za příznivých podmínek dosahují rostliny přírůstku až tři centimetry, a proto vyžadují dostatek živin v půdě – hlavně dusíku a draslíku (Ruman, 2014).

Konopí je rostlinou krátkého dne, to znamená, že vývojové fáze probíhají rychleji v oblastech s krátkým dnem. Konopí reaguje na zkrácení dne snížením výšky rostlin. Na půdu má značné nároky. Nejvýhodnější jsou úrodné, hluboké a zpracovatelné půdy hlinité a písčitohlinité s nízkou spodní vodou, dobře vyhnojené a bohatě zásobené humusem (Moudrý a kol., 2011).

Nevhodné půdy jsou mělké, kamenité, písčité i jílovité. Jako velmi přizpůsobivá rostlina se může pěstovat i ve skromnějších podmínkách, na mělčích půdách a ve vyšších polohách, ale s nižším výnosem (Sladký, 2004).

3.6. Zásady pěstování konopí setého v EZ

3.6.1 Osevní postup

Konopí je málo náročné na zařazení do osevního postupu. Nejvhodnější plodinou pro konopí jsou rostliny, které zanechávají půdu čistou, kyprou, dobře zásobenou živinami, zvláště dusíkem. Jsou to okopaniny, kukuřice, luskoviny, jetel, vojtěška nebo jetelotravní směsky. Konopí se také běžně zařazuje mezi dvě obilniny. Snáší i pěstování po sobě. Konopí je dobrou předplodinou i pro náročné zemědělské plodiny, protože zanechává půdu čistou a v dobrém stavu. Z hlediska semenářského je minimální prostorová izolace u certifikovaného osiva konopí 1000 m. Časová pauza od posledního pěstování téhož druhu na semeno je nejméně 5 let (Moudrý a kol., 2011).

3.6.2. Předseťová příprava půdy

Pro dosažení dobrých výnosů je jednou z podmínek důkladná příprava půdy. Význam pečlivé přípravy půdy přímo vyplývá z biologických a morfologických vlastností rostliny. Je třeba zabezpečit velké požadavky konopí na vodní, vzdušný

a živinný režim (Moudrý a kol., 2011 Po sklizni předplodiny (obilniny) provedeme podmítku, v podzimním období likvidujeme mechanicky vytrvalé plevele, dlouhého meziprostorového období využijeme pro zelené hnojení a doplnění organické hmoty do půdy. Podzimní orba bude hlubší. Je vhodné částečné urovnání povrchu oranice, což sníží počet pojezdů po pozemku při jarní přípravě půdy. Zásadou jarní přípravy musí být omezení počtu pojezdů po pozemku, šetření zimní vláhy, 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).

3.6.3. Setí

K setí přistupujeme v době, kdy teplota půdy v hloubce setí dosáhla alespoň 8– 9 °C, což kalendářně připadá v nižších oblastech na druhou dekádu dubna, ve yšších oblastech (BVT) na třetí dekádu dubna (Šnobl, 2004).

Konopí pěstované pouze na vlákno (nebo na hmotu) sejeme do řádků 20-25 cm širokých (Bjelková, 2017). Dle zkušeností společností Agritec je možné sít i do řádků užších 12–15 cm. Konopí pěstované pouze na produkci nažek se doporučuje sít do řádků 40–60 cm širokých. Hloubka setí je 2-3 cm. Šnobl uvádí hloubku setí 4 cm dle vlhkosti půdy a z důvodu nebezpečí poškození osiva ptactvem. Při produkci konopí na vlákno vyséváme osivo v dávce 100 kg/ha, na vlákno i nažky 80 kg/ha a pouze na nažky 20-30 kg/ha. Šnobl uvádí, že při použití předskladněného osiva je nutné před setím stanovit klíčivost, neboť ta se při delším skladování výrazně snižuje. Dle vyhlášky č.129/2012 Sb., musí osivo splňovat limit čistoty 98 %, vlhkost 10 %, klíčivost 75 % a s maximálním výskytem 5 % houby (*Botrytisspp)* (Bjelková, 2017).

Po zasetí pozemek válíme, aby semeno brzy vzešlo. V širokých řádcích je možné během vegetace plečkovat. Při pěstování na semeno je třeba dbát na to, aby nebyly v okolí porosty s jinými odrůdami (nežádoucí sprášení). Konopí zpočátku rychle roste, brzy je silně olistěné a při hustějším výsevu potlačuje plevele (Moudrý a kol., 2001). Vzcházení při dostatku vody trvá tři až patnáct dní. V případě tvorby půdního škraloupu je nutné tento odstranit z důvodu zamezení vstřebávání vláhy a půdu prokypřit (Ruman, 2014).

3.6.4. Hnojení

Vysoký výnos hmoty a rychlý růst konopí vyžaduje dobrou zásobu snadno využitelných živin. K jejich získávání z půdy pomáhá kořenům i bohatá kořenová symbiózní mikroflóra. Základním hnojivem pod konopí má být kvalitní chlévská mrva obsahující všechny hlavní živiny, především dusík, užitečné bakterie a humus. Pod konopí je dále doporučován koňský hnůj, poněvadž se rychle rozkládá. Z toho důvodu se často míchá hnůj koňský s hnojem jiných zvířat. Pod konopí se dává asi 30–40 t hnoje na 1 ha. Nejlépe je zaorat hnůj ještě na podzim, a to alespoň měsíc před zamrznutím půdy, aby se mohl před zimou částečné rozložit. Mělčí zaorání je lepší než zaorání hluboké. Kompost je také velmi dobrým hnojivem a může být dán na jaře před výsevem konopí. Konopí může být zdárně pěstováno i po zeleném hnojení, obzvláště s příměsí chlévské mrvy. Hnojení konopí se musí v každém případě provádět více méně individuálně, podle předplodiny a zásob přijatelných živin v půdě (Poliščuk, Hadinec, 1970).

Plným hnojením a při dostatku vláhy lze zvýšit výnos konopí bezmála na dvojnásobek průměru (Sladký, 2004). Tabulka č.1 obsahuje údaje o průměrném odběru základních živin v nadzemní hmotě konopí setého (Bjelková, 2017).

Další důležité prvky, které nemohou chybět při pěstování konopí, jsou vápník, který je důležitý pro růst kořenového systému, stonků i semen, hořčík, který ovlivňuje zdravotní stav rostliny a tvorbu chlorofylu, a stopové prvky – měď, bor, mangan a selen (Sladký, 2004). Deficitní látky jako je N, P, K, Ca a stopové prvky se mohou aplikovat dle zákona o Ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb.

Tabulka č.1 Odběr živin u konopí setého na výnos 1 tuny stonků a nažek (Bjelková, 2017)

1 t suchých stonků	**1 t semene**
19 kg N	64 kg N
5 kg P	17 kg P
12 kg K	42 kg K
15 kg CaO	62 kg CaO

Nové trendy v ekologickém způsobu hospodaření jsou založeny na využívání bakterií a mikroorganismů. Mikroby dodávají živiny do půdy mineralizací původní hmoty, další mohou přispívat biologickou fixací dusíku (*Rhizobium, Azotobacter*) (Anonym 2, 2015).

3.6.5. Zásahy během vegetace

Konopí údajně nepotřebuje tak razantní ochranu proti plevelům jako jiné kultury. Musí být, ale zaseto kvalitní osivo do dobré, nezaplevelené půdy a ve správné době. Poskytuje také určitou ochranu i okolním porostům (Sladký, 2004).

U úzkořádkově setých porostů dochází po vzejití k hustému zapojení porostu, rozvoj plevelů je silně potlačen a zpravidla není nutné provést herbicidní zásah. Vytrvalé a trávovité plevele je nutné likvidovat již před vegetačním obdobím. Nejrozšířenější jsou jednoleté dvouděložné plevele s různou konkurenční schopností, zejména merlíky (*Chenopodium sp.),* laskavce (*Amarathus sp.),* rdesna (*Polygonum sp*.), svízel přítula (*Galium aparine L.)* a mnoho dalších. Z jednoletých jednoděložných plevelů jsou to převážně lipnicovité (*Poaceae*), oves hluchý (*Avena fatua L.).* Z vytrvalých to může být pýr plazivý (*Elytrigia repens)* nebo pcháč oset (*Cirsium arvense)* (Bjelková, 2017). Porosty založené v širších řádcích je možné během vegetace plečkovat jako preventivní opatření proti zaplevelení bezprostředně po vzejití (Šnobl, 2004).

Konopí je poměrně odolné proti chorobám i škůdcům a ochranářské zásahy se běžně neprovádí, jen při silném výskytu se provede odpovídající fungicidní nebo insekticidní ošetření.

Nejčastější škody jsou způsobeny plísní sněžnou (*Botrytis cinerae Pers.*) Škodu způsobuje na děložních listech, kde se vytváří tmavé skvrny s šedavými houbovými vlákny. Vede k destrukci stonků – rozkladu vláken i lámání. Ve vlhčích letech se vyskytuje plíseň konopí (*Pseudoperenospora cannabina Otth.)* a fuzarióza konopí (*Giberela pulicares fr*.). Hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum*) způsobuje rozklad pletiv stonku, rostlina žloutne a usychá. Ochrana spočívá v pěstování odolných odrůd, případně lze použít biologické přípravky (*Clonoplus, Gliorex*) na redukci sklerocií v půdě (Šmirous, 2015).

Z živočišných škůdců může na konopí působit škody mšice konopná (*Diphorodon cannabis Schz.*), dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata Koch.*), můra gama (*Pliska gama L.*), zaviječ kukuřičný (*Pyrausta nubilalis hb.*) nebo obaleč konopný (*Cydia delineana*). Při přemnožení způsobují poničení semen a následný snížený výnos. Vyskytují se převážně na okrajových částech pozemku (Šmirous st., 2016, Šnobl, 2004). Preventivními opatřeními proti škůdcům jsou: používání nenapadaného osiva, hluboká orba na podzim (zahubí jedince zimujícího mělce v půdě) či prostorová izolace mezi porosty konopí (Šmirous st., 2015).

3.6.6. Sklizeň

Sklizeň konopí je nejnáročnější operací. Velikost rostlin, vláknitost a houževnatost vláken způsobuje jejich navíjení na rotující části, které nejsou zakrytovány (Luňáček, Holubová, 2001). Ve většině východoevropských zemích (například na Balkáně) i v Asii probíhá sklizeň konopí ještě s velkým podílem ruční práce včetně sklizně srpem. Výtěžnost v důsledku nízkého řezu nad zemí je vyšší než při využití strojního zařízení. V některých zemích např. v Itálii probíhá sklizeň vytrhnutím celé rostliny z půdy včetně kořenu. V zemích EU byla vyvinuta řada mechanizovaných technologií, které vyhovují více potřebám stavebnictví, papírenského i automobilového průmyslu než průmyslu textilnímu. Problém tkví především v rosení a uspořádání vláken (Sladký, 2004).

Sklizeň porostu na produkci nažek

Porost sklízíme na produkci nažek v době, kdy jsou nažky ve spodní polovině květenství samčích rostlin v plné zralosti a v horní polovině v mléčné zralosti. Nažky nejprve uzrávají na nejnižších větvích a nejpozději na nejvyšších. Sklizeň by neměla probíhat příliš pozdě, neboť nažky při plné zralosti vypadávají. Sklizeň by měla probíhat brzy zrána nebo za vlhka (Moudrý a kol., 2001). Nažky dozrávají postupně třicet až čtyřicet dní (Ruman, 2014).

Sklizeň je prováděna sklízecí mlátičkou při ponechání vysokého strniště, seč je prováděna pod nasazeným květenstvím. Sklízené nažky musíme urychleně vyčistit

a dosušit na vlhkost 8–9 %. Výnos semen běžně dosahuje 0,8 – 1 t/ha, v příznivých podmínkách až 1,5 t/ha (Šnobl a kol., 2005). Sklizeň v ekologickém systému hospodaření je prováděna buď to obdobným způsobem nebo ručně (Sulán, 2018 ústní sdělení).

Neposečená část stonku má horší jakost vlákna. Je možné ji rozdrtit a následně zaorat, nebo využít jako suchou biomasu např. pro přímé spalování (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Výnos biomasy může dosáhnout až k 12 t/ha (Široká, 2009). Pro průmyslové využití vláken byly vyvinuty kombinované stroje, které oddělují nažky, a stonky spolu s listím vracejí na pole k doschnutí (Moudrý a kol., 2011).

Sklizeň porostu na vlákno

Konopí na produkci stonků (vlákna) je obecně sklízeno v okamžiku, kdy jsou samčí rostliny v plném květu a zbavují se pylu, nebo po pylovém spadu, a když začnou opadávat listy, obvykle v polovině srpna. S dozráváním semen v samičích květenstvích stonky dřevnatí a vlákno hrubne. Konopí se nedá sklízet pro své houževnaté stonky běžnými sklízecími mechanismy. Většinou sklizňových řezaček, hlavně bubnových, se konopí sklízet nedá (namotávání vláken) (Moudrý a kol., 2011).

Speciální sklízecí stroj seče stonek asi 15 cm nad zemí a zároveň krátí stonek na kratší úseky o délce 50–60 cm. Následně jsou posekané stonky pokládány na řádek. Obrácení k prosušení probíhá 1–2krát, aby vlhkost poklesla na 15–20 %. V dalším období po dobu 4–5 týdnů probíhá tzv. máčení stonku rosou (polní máčení). Následná kontrola nám poskytne informace, jak lehce se odděluje vlákno od pazdeří. Po skončení rosení se stonek dosuší na vlhkost nepřesahující 15 % a v podobě balíků slisované stonky dopravujeme ke zpracovateli (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005). Výnos vlákna bývá v rozmezí 0,5–1,2 t/ha (Široká, 2009).

3.7. Využití konopí setého

3.7.1. Nažky

Konopné semeno bylo primární výživou v období hladu v Číně, Austrálii a Evropě ještě za druhé světové války (Robinson, 1996).

V současné době mohou být semena prodávána jako pražená, solená, slazená jako slunečnice či ořechy. Semeno, které během sklizně či skladováním ztratilo na potravinářské kvalitě, se používá na krmení hospodářských zvířat či ptactva nebo se lisuje na technický olej.

Složení konopného semene: konopné semeno obsahuje 35,5 % oleje, 24,8 % bílkovin, 27,6 % sacharidů, 5,6 % popelovin, stravitelnou vlákninu v množství 5,4 %, celkovou dietní vlákninu v obsahu 27,6 % s energií 2200 KJ/100 g. Dále jsou v semeni konopí obsaženy vitamíny A1, B1, B2, B6, C, E a minerální látky Mn, Na, Ca, P, Mg, K, Fe, Si (Bjelková, 2017).

Konopný olej

Konopné semeno se zpracovává lisováním za studena, nebo se lisování kombinuje ještě s chemickou extrakcí zbytků oleje. Po chemické extrakci zůstává v semeni méně než 2 % oleje (Sladký, 2004). Proti jiným olejninám se nemusí semeno zbavovat slupek, ale provádí se pro svou pevnost předdrcení. Olej je vysoko hodnocen pro vysoký obsah nenasycených mastných kyselin a dalších cenných látek (Sladký, 2004). V konopném oleji jsou zastoupeny esenciální omega mastné kyseliny – kyselina linolová (18:2), které je obsaženo asi v 55 %, a omega 3 alfa-linolenová (18:3), jejíž obsah je 18–20 %. Kromě těchto jsou přítomny také kyselina gama-linolenová (18:3), v obsahu od 1–4 % a kyselina stearová (18:4), s 0,5 – 2 % (Callaway, 2004). Poměr omega 6 a omega 3 mastných kyselin 3:1 se považuje za nutričně optimální. Mezi další složky konopného oleje patří fytosteroly, zastoupené beta – sitosterolem v množství 100–150 g/kg, které v oleji lisovaném za studena chybí (Bjelková, 2017). Konopný olej je také zdrojem gama – tokoferolu, kterého obsahuje 500–800 mg/l (Bjelková, 2017).

Teplota při lisování stoupá až na 170 °C, což ulehčuje lisování, ale vyšší teplotou než 50 °C trpí kvalita, mění se charakteristika lipidů a snižuje se obsah

nenasycených kyselin. Z tohoto důvodu se upřednostňuje studené lisování, při kterém je výtěžnost oleje sice nižší, ale takto získaný olej má vysokou potravinářskou hodnotu. Konopný olej získaný tzv. horkou metodou, kdy dochází k narušení tukových buněk semen, je použitelný jen k technickým účelům pro výrobu laků, barev a tenzidů (Sladký, 2004).

Z jedné tuny konopných semen získáme zpravidla 250 litrů oleje. Získaný produkt je oříškové chuti, voní po trávě a vyšší obsah chlorofylu mu dodává zelenou barvu. Důležitá je ochrana oleje před působením vzduchu, světla a tepla (Ruman, 2014).

Konopný olej je velmi odolný vůči plísním a škůdce odpuzuje. Jedná se o zcela přírodní, biologicky odbouratelný produkt vyznačujícím zvýšenou odolností proti nasáknutí dřeva vodou. Zároveň zachovává povrch prostupný pro vodní páry a dřevo i nadále může dýchat. Z důvodu nedostatečné rezistence proti UV je nutné venkovní nátěry dostatečně ošetřit jiným prostředkem. V distribuci jsou dostupné konopné lazurovací laky, které obsahují pigmenty proti zašednutí a působení UV záření (Vondra, 2014).

Vysoký a vyvážený obsah esenciálních mastných kyselin v konopném semeni (omega 3 a 6 mastné kyseliny) dělá z konopí ideální složku pro péči o tělo. Základní esenciální mastné kyseliny zklidňují a obnovují strukturu pokožky. Další prospěšnou složkou je kyselina gama-linolenová, která funguje jako širokospektrální ochrana proti UV záření (Anonym 4, 2016).

3.7.2. Květenství a listy konopí

Nejpodstatnější chemickou složkou konopí jsou kanabinoidy obsažené v květu samičích rostlin. Byly poprvé objeveny ve 40. letech 20. století. Kanabinoidy se rozpouští v tucích a alkoholu, ale ne ve vodě. V současné době jich bylo určeno více než 100 a v rostlině se vyskytují v podobě kanabinoidních karboxylových kyselin, které se na aktivní formu přeměňují až postupnou oxidací v důsledku působení tepla a času. Základní skupina kanabinoidů je tvořena delta – 9 – tetrahydrokanabinoly (THC), kanabidioly (CBD), kanabigeroly (CBG), kanabichromeny (CBC), kanabinoly (CBN) aj. (Anonym 3, 2017).

Po více než 3500 let byla marihuana podle kultury nebo národa buď nejpoužívanější, nebo jednou z nejpoužívanějších, rostlin pro léčebné účely. Počínaje Čínou, Indií, Středním a Blízkým východem, Afrikou a konečně předřímskou katolickou Evropou se pro léčebné účely používala do roku 400 n.l. (Harer, 1996).

Kdyby marihuana byla legální, mohla by okamžitě nahradit 10 % - 20 % všech farmaceuticky předepisovaných léků a terapií (založeno na výzkumech do roku 1976) (Harer, 1996). Výzkumy ve 20. století potvrdily pozitivní výsledky ze složek kanabisu na astma, zelený zákal, nevolnost z chemoterapie, anorexie, epilepsie, Parkinsonovi choroby, roztroušené sklerózy atd. (Harer, 1996).

Typická vůně konopí je produktem přítomnosti asi 140 různých terpenoidů (ANONYM 14, 2019). Silice je jedním z mnoha dalších produktů, kterou lze získat z konopí setého parní destilací. Tyto těkavé sloučeniny mohou být využity v kosmetice, v gastronomii, aromaterapii a též při výrobě parfémů. Kvalita suroviny je ovlivněna celou řadou faktorů jako je odrůda, hustota výsevu, počasí, doba sklizně, zpracování, destilace atd. (Meier, Mediavila, 1998). Získané množství silice závisí na typu konopí (vyskopotentní, technické), na opylování, pohlaví rostliny, na jejím stáří, použité části rostliny, na stanovišti, způsobu sušení a na podmínkách skladování (Anonym 14, 2019).

3.7.3. Vlákno

Konopné vlákno patří společně se lněným, kopřivovým, jutovým, kenafovým či ramiovým do skupiny lýkových vláken. Z těchto vláken je nejemnější a nejměkčí na omak (Komendová, 2005). Konopná vlákna jsou tvořena z více než 70 % z celulózy. Vykazují vysokou pevnost v tahu. Jsou až osmkrát pevnější než bavlněná vlákna. Barva kvalitního konopného vlákna je světlá, plavá a je ovlivněna mimo jiné stupněm máčení či rosení i způsobem zpracování. Obecně platí, čím tmavší jsou vlákna, tím nižší je kvalita materiálu (Ruman, 2014). Konopné vlákno je velmi odolné vůči teplu i vlhkosti a také vůči plísním a hnilobě (Ruman, 2014).

Chemické složení konopného vlákna: konopné vlákno obsahuje 67–77 % celulózy, 11,5–16,1 % hemicelulózy, 0,8–1,3 % pektinu, 3,3 % ligninu, 2,1 % látky rozpustné ve vodě, 0,7 % tuků a vosků a 10 % vlhkosti.

Obrázek č. 4 – konopné vlákno

(foto autor)

Textilie

Tkaniny z konopí jsou schopny zadržet až 95 % UV záření. Využití se nabízí na výrobu textilních materiálů (džínsovina, dekorační a potahovací látky, bytové doplňky, koberce atd.) (Ruman, 2014, Moudrý, Bazgier, 2006). Dalším z mnoha výrobků, které lze vyrábět z konopí, jsou geotextílie. Dle síly se v potřebném čase rozpadnou a vytvoří humusovou vrstvu (Šmirous, 2013)

Konopná izolace

V současné době se konopí ve stavebnictví využívá hlavně k výrobě izolací a konopného betonu (Vondra, 2014). Desky tepelné izolace jsou vyráběny z konopného vlákna, které je kráceno na požadovanou délku, smícháno s cca 15 % přídavkem polyesterových vláken a dalších příměsí (především soli kyseliny borité), které zaručí požární odolnost a odolnost vůči biologickému napadení. Přídavek polyesterových vláken dává konopným izolačním deskám požadovanou pružnost a stabilitu. Součinitel tepelné vodivosti desek se pohybuje v rozmezí hodnot 0,035 – 0,050 W.m–1.K^{-1}. Faktor difuzního odporu konopných desek se pohybuje v rozmezí 2–6 v závislosti na objemové hmotnosti materiálu a jeho vlhkostním obsahem. Velmi

dobré jsou i akustické vlastnosti, které jsou dány pórovitostí konopného vlákna (Zach, Sedlářová, 2008).

Beton

Jedná se o bio-kompozitní materiál vyrobený z pryskyřicové matrice s konopnými vlákny pro vyztužení. Pryskyřice v konopném betonu je vyrobena z vápna, písku a vulkanického popela známého jako pozoolán. Pozitiva konopných betonů: vysoký izolační faktor, vysoká protipožární odolnost, nižší hmotnost proti komerčním betonovým dílcům, odolnost proti plísni a další. Komerčně prodávané konopné betony jsou označovány jako Hempcrete, Canobiote, Canosmose a Isochanvre (Anonym 5, 2018).

Plast

Konopný bioplast je cenově dostupný kompozit z přírodních vláken, kterým lze nahradit tradičně vyráběné plasty. Je biologicky odbouratelný, recyklovatelný a neobsahuje toxiny. (Anonym 6, 2018). Z bioplastů lze vyrobit nepřeberné množství lisovaných výrobků jako například květináče, kreditní karty, automobilové díly, nábytek či hračky, snowboardy, skateboardy, lodě a mnoho dalších produktů. Konopné plasty obsahují najemno nasekané vlákno či pazdeří vyplněné přírodní pryskyřicí, škrobem nebo umělými plnidly (PE, PP). Velká výhoda je menší hmotnost, recyklovatelnost a až sedminásobná biologická rozložitelnost (Ruman, Klvaňová, 2008).

Papír

V Evropě a Severní Americe se konopný papír běžně používal až do padesátých let 20. století, přičemž zhruba do konce 19. století představovala produkce konopných a lněných papírů 70–90 % světové produkce papíru vůbec. Dnes ve světě operuje přibližně tucet menších papíren (většina v Asii), které ročně vyrobí kolem 120 000 tun konopného papíru (Ruman, 2014).

Většina konopné drti pocházející z dlouhých konopných vláken či hurdů slouží k výrobě cigaretových papírků, filtrů, čajových sáčků, uměleckých papírů či bankovek (Robinson, 1997). Na jaře roku 1994 v německém Frankfurtu byl představen uzavřený ASA (amoniak-síra-alkohol) proces výroby, který umožňuje výrobu konopné drti bez škodlivého dopadu na životní prostředí. Alkohol, vodu a další vedlejší produkty z tohoto procesu je možné recyklovat nebo použít k dalším účelům. Podstatou výroby je rozdělení lýkové drti na dlouhá vlákna (s vysokým obsahem ligninu) a krátká (s nízkým obsahem). Metodou ASA je možné vyrábět papírenskou drť z vnitřního vlákna, která je o 15 % bělejší a mnohem poddajnější než dřevěná drť (Robinson, 1997).

Tím, že je využívána hmota s nižším obsahem ligninu, je snížen nejničivější dopad papírenské výroby, a to užívání chlorinového bělidla.

Automobilový průmysl

Zřejmým průkopníkem ve využívání konopných vláken v automobilovém průmyslu byl bezesporu Henry Ford, který ve svém modelu Ford T z roku 1915 použil na výrobu zapalovacích svíček rostlinný plast s obsahem konopného vlákna. V pozdějších letech představil prototyp automobilu, který byl až na nosný rám vyrobený z rostlinných umělých hmot (Anonym 7, 2005). Od roku 1994 DaimlerChrisler používá v interiérech vozidel vedle lněných, sisalových a jutových vláken, též i konopná pro výplně dveří či střech u Mercedesů třídy E, kde materiál umožňuje snížit hmotnost vozu a zvýšit jeho recyklovatelnost (Ruman, 2014).

Moderní kompozitní materiály, jako jsou např. uhlíkovými vlákny tvrzené plasty CFRP vynikají proti hliníku, a především oceli, vynikajícím poměrem hmotnosti a pevnosti. Nevýhodou je cena a obtížnost výroby. Přesto byl produkt využit při výrobě elektromobilu BMW i3 (Grohmann, 2015).

Přírodní vlákna jako jsou konopná, mohou nahradit nákladné aramidové vlákno v brzdových destičkách bez ztráty brzdného výkonu a menšího vlivu na životní prostředí (Anonym 8, 2018).

Řezací a brusné kotouče

Řezací a brusné kotouče jsou bezesporu dalším z mnoha produktů vyrobených z konopného vlákna. Nová technologie high-tech Plantex vyvinula nový kompozitní materiál z konopí a polypropylenu, který minimalizuje negativní dopady na životní prostředí od výroby a využití až po samou likvidaci materiálu (Anonym 9, 2018).

3.7.4. Pazdeří

Svojí povahou je pazdeří velmi podobné dřevěným pilinám a hoblinám, a proto je i využití podobné.

Částice odpadního pazdeří se pojí nejčastěji klasickými anorganickými pojivy – cementem a vápnem. Díky vysokému podílu ligninu, který zpomaluje tvrdnutí cementu, lze využít pojiva jakým je vysokopecní struska aktivovaná vodním sklem. Součinitel tepelné vodivosti z pazdeří se pohybuje v rozmezí hodnot 0,05 – 0,015 $W.m^{-1}.K^{-1}$. Využití desek se nabízí především v interiérech objektů, kde fungují jako vlhkostní zásobník v zimním období. V období, kdy je relativní vlhkost zvýšená, jsou schopny tyto materiály přebytečnou vlhkost absorbovat, a naopak v době, kdy je vnitřní relativní vlhkost nízká, dokážou absorbovanou vlhkost zpět uvolnit do prostředí. Faktor difuzního odporu z pazdeří je v rozmezí 3–8 v závislosti na objemové hmotnosti (Zach, Sedlářová, 2008).

Pro energetické účely se pazdeří lisuje do briket a pelet. Výhřevnost 1 tuny pazdeří dosahuje 17 GJ (Plíštil, 2004).

Obrázek č. 5 – konopné pazdeří

(foto autor)

Konopné pazdeří je vhodnou alternativou steliva pro použití v klecích pro hlodavce, v ptačích voliérách či v koňských boxech. Podestýlka je vhodná pro alergiky z důvodu neprašnosti (Anonym 12, 2019).

3.7.5. Biomasa

Stonek konopí obsahuje rostlinnou buničinu vhodnou pro výrobu biopaliv (Široká, 2009). Oproti uhlí obsahují rostlinné zdroje minimální množství síry a jiných škodlivin. Podroštový popel z fytopaliv lze použít jako hnojivo s velkým obsahem Ca, K a P (Klvaňová 2007, Široká, 2005). Při pěstování konopí jako fytopaliva bude třeba vyšlechtit nové odrůdy s vysokou produkcí biomasy (Šimon, Strašil, 1999). Záměrné pěstování rostlin pro energetickou biomasu má stále větší význam (Petříková, 2005).

Při sklizni konopí setého určeného na bioplyn počítáme s jednou sečí v průběhu květu. Technologie pěstování pro energetické využití se v podstatě neliší od technologií pro produkci píce. Zásadní rozdíl je v době sklizně v relaci ke způsobu energetické využití a tím optimálního výnosu sušiny nadzemní biomasy a obsahu vody. Pro výrobu bioplynu se jeví jako optimální sklizeň při obsahu vody v rozmezí 65–75 %. Výnosy konopí uváděné pro naše podmínky jsou až 13 tun sušiny z 1 ha (Honzík, 2012).

Další z mnoha možností, jak využít zbytkové části rostlin, je výroba vermikompostů. Tímto se zabývá pěstitel Martin Sulan ze Sušice, který hodlá v horizontu dvou let vybudovat rozsáhlý komplex na zpracování „přebytečné“ biomasy v obci Divišov (Sulán, 2018 - ústní sdělení).

4. Dotační politika

Pěstování a zpracování konopí setého je u nás podporováno z prostředků EU v rámci jednotné platby na plochu zemědělské půdy, tzv. SAPS (Nařízení vlády č. 144/2005 Sb.), dále je podporováno pěstování konopí setého pro vlákno z národních zdrojů v rámci doplňkových plateb, tzv. TOP – UP na ornou půdu (Nařízení vlády č.145/2005 Sb.) Je také možné čerpat podporu z pěstování energetických plodin tzv. uhlíkového kreditu ve výši 45 EUR na ha. Dotace je plně hrazena EU. Další podpora

je z národních zdrojů v dotačním programu 1.U – Podpora pěstování bylin pro energetické využití v roce 2007 to bylo 3000 Kč/ha. V současnosti je tento dotační titul zrušen.

5. Materiál a metodika

5.1. Charakteristika pokusného stanoviště

Sledování výnosových charakteristik konopí setého probíhalo v roce 2018 v katastru města Velhartice. Na porostech založených soukromým, ekologicky hospodařícím, zemědělcem Martinem Sulanem, který bydlí na adrese: Nábřeží Jana Seitze 4, Sušice 34201. Pozemky jsou certifikovány od roku 2013 u společnosti Biokont CZ, s.r.o.

Porost 5 odrůd konopí se nacházel na dvou parcelách vzdálených od sebe 12 km.

Lokalita č.1 obec Nemilkov, půdní blok 2204/10 souřadnice GPS 13°21´1.980´ E, 49°´16´8.784´ N, nadmořská výška 690 m. Výrobní typ – bramborářský. Půdní typ – hlinitopísčitá. BPEJ – 5.32.11. Klimatické podmínky –MT 2. Svahovitost pozemku 3°.

Lokalita č.2 obec Strážov – Rovná, půdní blok 9505/13 souřadnice GPS 13°14´21.068 E, 49°19´13.942´´N nadmořská výška 485 m. Výrobní typ – bramborářský. Půdní typ – hlinitopísčitá. BPEJ – 8.37.46. Klimatické podmínky MT 2. Svahovitost pozemku 5,78 °.

Obrázek č. 6 (Lokality konopí setého – č. 1 Nemilkov, č. 2 Strážov

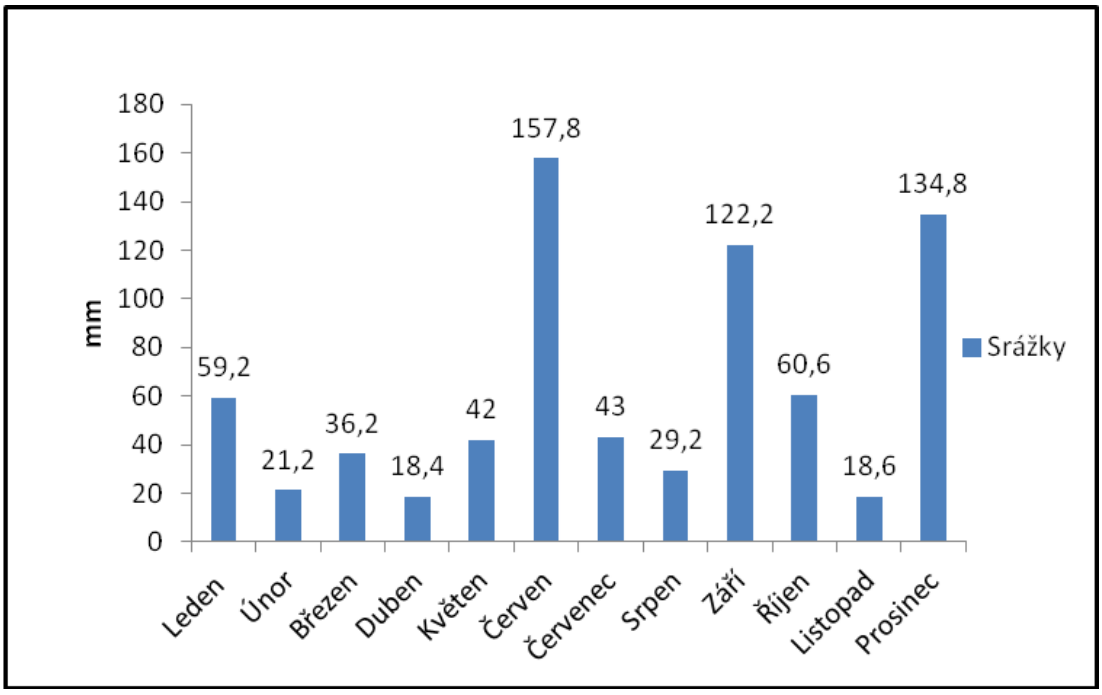
Klimatické podmínky v daných lokalitách jsou obdobné. Průměrné měsíční teploty a úhrny srážek získané z nejbližší meteostanice ve Velharticích uvádí tabulka č.2 a graf č.2.

Tabulka č. 2 Průběh teplot ve vegetačním období v katastru Velhartice

Měsíc	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
Nejnižší teplota	-2,6	1,1	4,5	2	1,4	-2,9	-3,1
Nejvyšší teplota	26,2	26,5	27,8	33,6	33,4	28,4	22,3
Průměrná teplota	11,6	14,8	16,5	18,1	18,8	13,2	8,2

Zdroj: meteostanice Velhartice

Graf č.2 Množství srážek v jednotlivých měsících v mm za rok – 2018 -Velhartice



5.2. Založení porostů

Po sklizni obilné předplodiny (oves, triticale) byla provedena podmítka a následná orba. Dále byla provedena předseťová příprava a následný výsev hořčice bílé, která byla poté využita jako zelené hnojení. Přibližně tři týdny před výsevem konopí byla provedena předseťová příprava půdy. Výsevek činil u každé odrůdy 19 kg/ha.

Lokalita č. 1 byla oseta 15. 5. 2018 odrůdou Futura 75, plocha 1,4 ha. Lokalita č. 2 byla oseta 22. 5. 2018 čtyřmi odrůdami konopí setého: KC – Virtus 1,1 ha, KC – Zuzana 1,1 ha, Felina 32–1 ha, Carmagnola 1 ha.

5.3. Ošetřování porostů během vegetace a odběr vzorků

Ochrana porostu před plevelnými rostlinami ani proti škůdcům nebyla prováděna. Odběr vzorků konopí (2x 15 samičích rostlin a 1x 5 samčích od každé odrůdy konopí setého) byla provedena v době květu, a to 29. 8. 2018 u odrůd Futura 75, Felina 32 a KC Zuzana a 8. 9. 2018 u odrůd KC Virtus a Carmagnola. V plné zralosti byl odběr vzorků proveden 25. 9. 2018 u Futury 75, Feliny 32 a KC Zuzany, a 18. 10. 2018 u KC Virtus a Carmagnola.

5.4. Použité odrůdy

Carmagnola – dvoudomá, velmi pozdní, původem italská odrůda, pěstovaná pro vysokou kvalitu vlákna a zvýšený obsah canabinoidů. Výška rostliny v plné zralosti 250–350 cm, výnos stonku až 16 t/ha, výnos semene ovlivněn způsobem sklizně cca 0,8t/ha. Růst a vývoj je ovlivněn zeměpisnou šířkou i klimatickými podmínkami (srážky a teplo), typem a úrodností půdy, agrotechnickými postupy a obdobím setby (Anonym 10, 2019).

Felina 32 - Jednodomá francouzská odrůda vyšlechtěná především pro klimatické podmínky severní a střední Evropy. Délka vegetačního období je delší než 135 dní. Výška rostliny v plné zralosti je mezi 200–250 cm. Celkový výnos stonku 10–12 t/ha. Výnos semene 1 – 1,2 t/ha. Obsah vlákna ve stonku 30–35 %. Obsah CBD - 1,5 – 2 %, THC <0,12 %. Odrůda je vhodná k produkci plodu, vlákna a CBD (Anonym 12, 2019).

Futura 75 - Jednodomá francouzská odrůda vyšlechtěná pro klimatické podmínky střední Evropy. Délka vegetačního období je delší než 145 dní. Výška rostliny v plné zralosti 250–300 cm. Celkový výnos stonku 11 t/ha. Výnos semene 1 – 1,2 t/ha. Obsah vlákna ve stonku 30–35 %, obsah CBD – 1,5 – 2 %, THC <0,12 %, odrůda vhodná k produkci plodu a vlákna a CBD (Anonym 10,12, 2019).

KC Virtus – Dvoudomá, původem maďarská odrůda. Délka vegetačního období je delší než 160 dní. Výška rostliny v plné zralosti 250–350 cm. Celkový výnos stonku 10–12 t/ha. Výnos semene až 1 t/ha. Obsah vlákna ve stonku 26–30 %, obsah CBD – 1,5 – 2 %, THC <0,12 %, odrůda vhodná k produkci plodu, vlákna a CBD (Anonym 11,12, 2019).

KC Zuzana – Jednodomá, původem maďarská odrůda. Délka vegetačního období je delší než 120 dní. Výška rostliny v plné zralosti 150–200 cm. Celkový výnos stonku 6–8 t/ha. Výnos semene až 1 t/ha. Obsah vlákna ve stonku 26–30 %, obsah CBD – 1,5 – 2 %, THC <0,12 %, odrůda vhodná k produkci plodu, vlákna a CBD. (Anonym 11,12, 2019)

5.5. Metody stanovení sledovaných parametrů

Stanovení hustoty porostu

Pomocí dřevěného rámu o rozměru 1x1 m byla zjišťována hustota porostu na třech místech porostu v plné zralosti.

Stanovení výšky rostlin

Výška odebraných rostlin byla měřena od hypokotylu po vrchol květenství.

Stanovení průměru stébla

Průměr stonku u odebraných rostlin byl měřen pomocí posuvného měřítka v polovině délky rostliny v době květu.

Stanovení sušiny biomasy

Rostliny byly sušeny za konstantní teploty 40 °C, která byla docílena pomocí tepelného konvertoru Turbo plus o příkonu 2000 W, celková doba sušení byla cca 74 hodin.

Sledování zdravotního stavu porostu

Sledování výskytu chorob a škůdců v porostu konopí probíhalo po celou dobu růstu, od založení porostu po sklizeň. Hodnocení zaplevelení spočívalo v procentuálním odhadu zastoupení plevelných rostlin na m² v době od založení porostu po sklizeň.

Stanovení obsahu vlákna a pazdeří

Macerace stonku samičích rostlin byla provedena v plastové vaně o velikosti 1000x500x200(mm). Doba máčení stonku byla 80 hod. při teplotě vody 30°C. Konstantní úroveň teploty vody byla zaručena pomocí akvarijního Sera topítka RH 300 W. Následné sušení stonků probíhalo v sušící skříni – výrobce ROS Typ V. 04/T o příkonu 1800 W.

Stanovení výnosu nažek a biomasy

Postup výpočtu výnosu biomasy v době květu: průměrný počet samičích rostlin na 1 m^2 x průměrná hmotnost jedné samičí rostliny + průměrný počet samčích rostlin na 1 m² x průměrná hmotnost jedné samčí rostliny. Výsledek byl přepočten na produkci v t/ha. Produkce je vyjádřena jak v zeleném stavu, kdy je produkce využitelná jako surovina pro bioplynové stanice, tak v sušině.

Zvlášť byla stanovena produkce květů a listů samičích rostlin jako farmaceuticky využitelné suroviny na jedné rostlině a následně přepočtena na produkci z hektaru. Po oddělení a zvážení pazdeří a vlákna z konopných stonků u jednotlivých samičích rostlin, byla produkce obdobně přepočtena na produkci z hektaru.

Postup výpočtu výnosu biomasy v plné zralosti: průměrný počet samičích rostlin na 1 m² x průměrná hmotnost jedné samičí rostliny.

Pro zjištění výnosu nažek bylo nejprve nutné rostliny vysušit a následně oddělit semeno od zbylých částí a zvážit.

Postup výpočtu výnosu nažek: Průměrný počet samičích rostlin na 1 m² x průměrná hmotnost nažek z jedné samičí rostliny.

6.Výsledky

Hustota a zdravotní stav porostu konopí setého

Tab. č. 3 Průměrné výsledky počtu rostlin a míra zaplevelení u sledovaných odrůd

Odrůda	Počet všech rostlin na m^2	Počet samičích rostlin na m^2	Zaplevelení v %
Futura 75	52	50	40
KC – Virtus	41	22	35
KC – Zuzana	59	40	40
Felina 32	48	46	40
Carmagnola	59	42	50

Pomocí dřevěného rámu o rozměru 1x1 m byla zjišťována hustota porostu na třech místech porostu v plné zralosti. Následně byly zjištěné výsledky zprůměrovány a implementovány do tabulky č. 3. Hustota porostu neodpovídala výsevu z důvodu nákupu osiva s nižší klíčivostí, která byla deklarována prodejcem osiva.

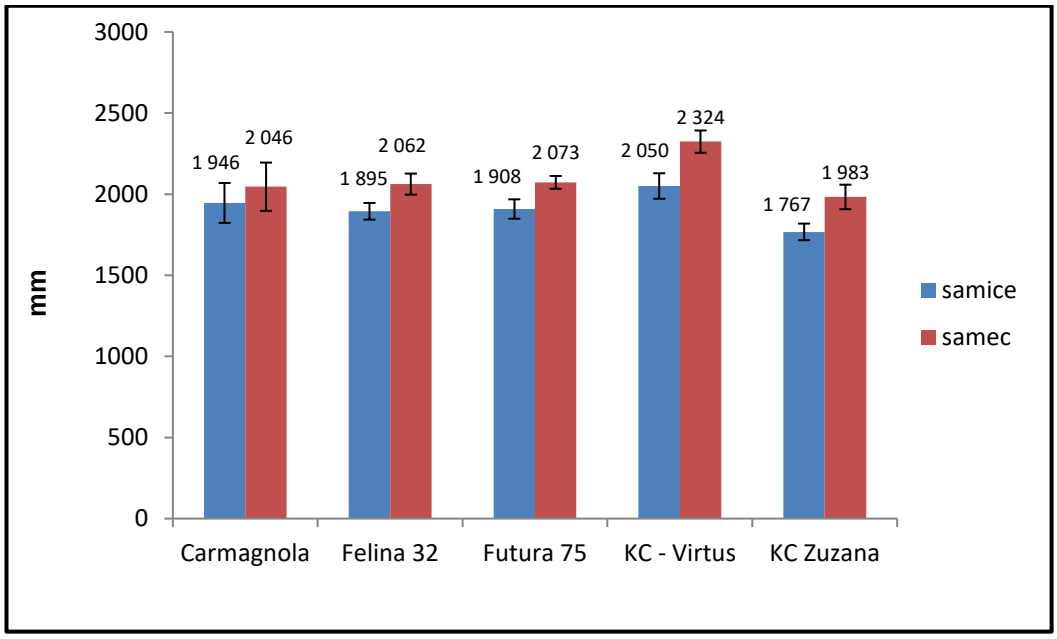
Před celkovou sklizní, která byla uskutečněna ke konci října, bylo 60 % porostu v lokalitě Strážov napadeno mšicí konopnou. Dalším významným činitelem, kterým byla ovlivněna výnosnost plodu, byl nálet ptactva. Z plevelů byl porost nejvíce zasažen merlíkem bílým, laskavcem bílým a svízelem přítulou. Hustota zaplevelení činila cca 40–50 %.

Výška rostlin konopí setého

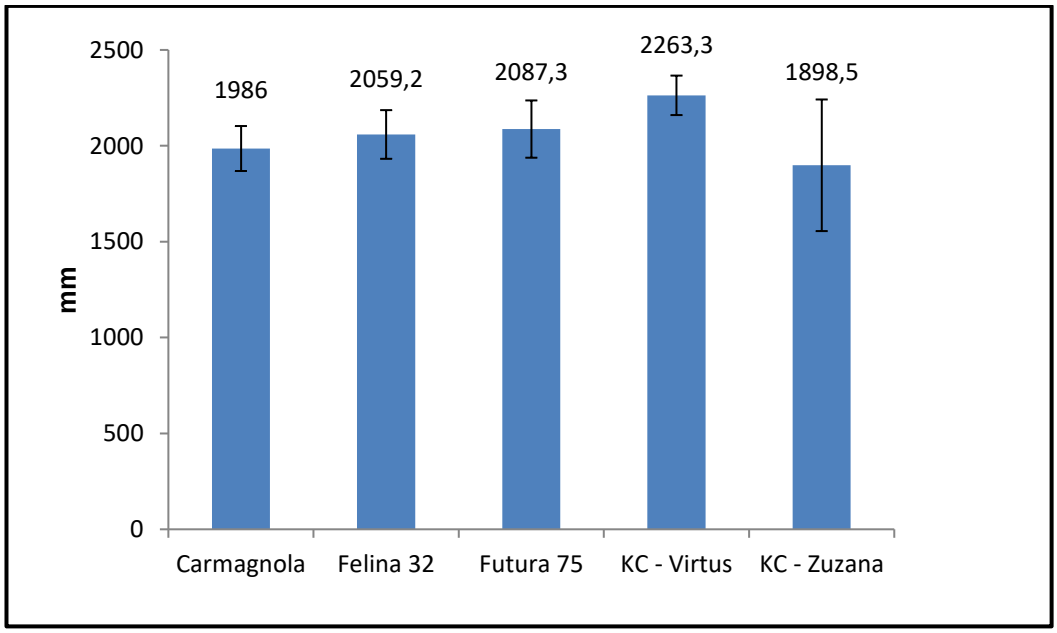
U sledovaných odrůd konopí setého byla patrná diferenciace ve výšce. Nejvyšší výšky porostu dosáhla odrůda KC Virtus jak u samčích, tak u samičích rostlin. Průměrná výška samičích rostlin byla 2050 mm a samčích 2324 mm. Nejnižší vzrůst vykazovala odrůda KC Zuzana, kde výška samičích rostlin činila 1767 mm a výška samčích rostlin byla 1983 mm, viz. graf č. 4. Samičí rostliny dosahovaly

v průměru o 8,8 % nižší výšku oproti samčím rostlinám. Průměrná výška porostu konopí setého činila 2005,4 mm. Průměrná výška samičích rostlin činila 2058,8 viz graf č. 5.

Graf č.4 Průměrná výška rostlin konopí setého v době květu v mm



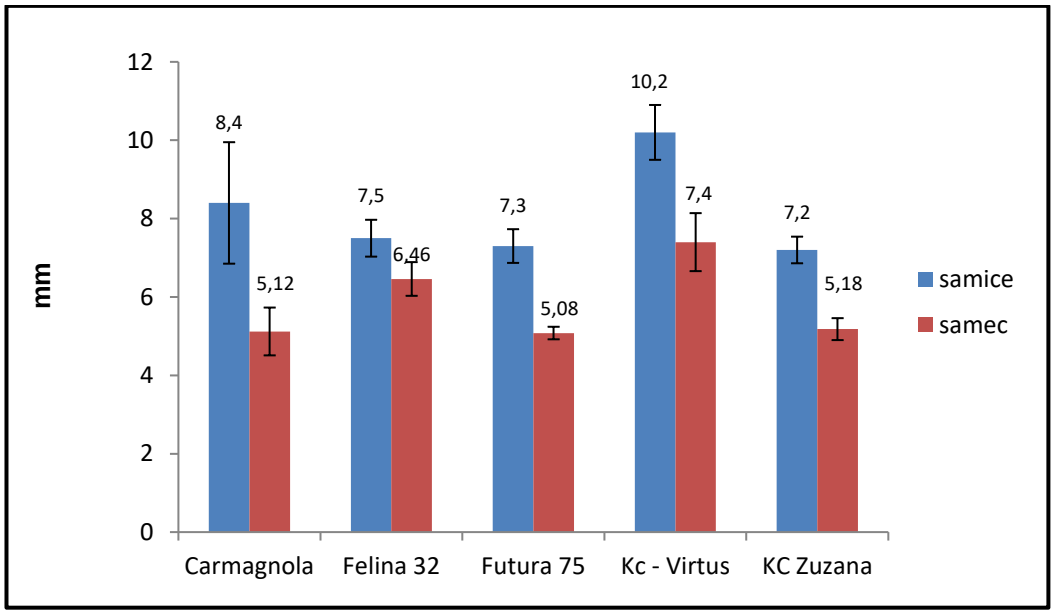
Graf č. 5 Průměrná výška rostlin konopí setého v plné zralosti v mm



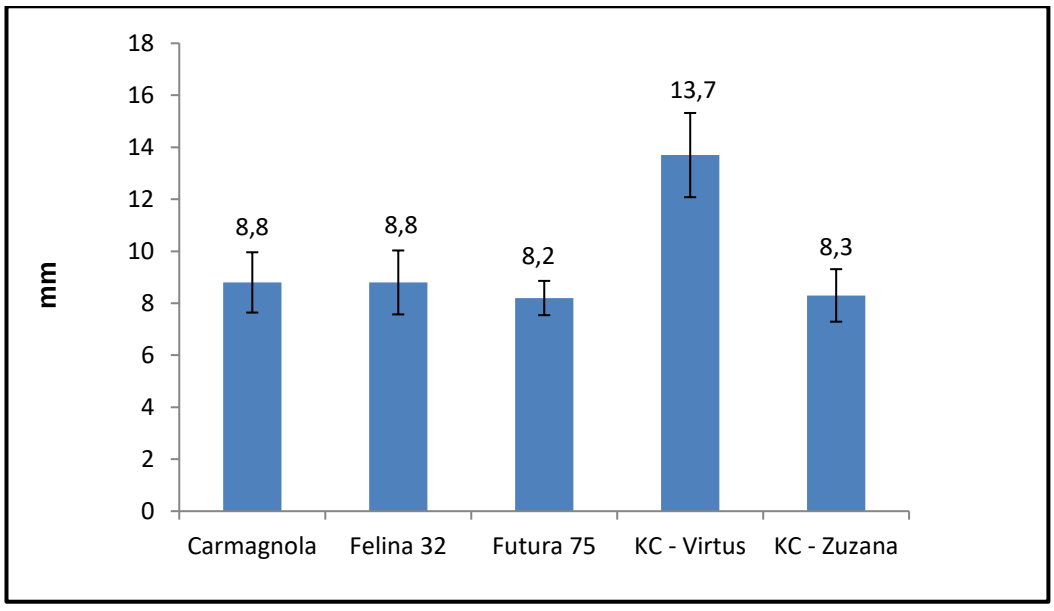
Průměr stonku jedné rostliny konopí setého

Největší průměr stonku byl naměřen u KC Virtus jak u samičích, tak i u samčích rostlin. Průměr stonku u samčích rostlin byl 7,4 mm a u samičích 10,2 mm. Naopak nejslabší průměr stonku vykazovala odrůda KC Zuzana, kde průměr stonku u samičích rostlin byl 7,2 mm a v případě samčích rostlin byl nejnižší průměr u Carmagnoly 5,12 mm. Samičí rostliny dosahovaly v průměru o 39 % větší průměr oproti samčím rostlinám. Průměr stonku u všech sledovaných odrůd činil 6,98 mm viz. graf č. 6, 7.

Graf č. 6 Průměr stonku konopí setého v době květu v mm



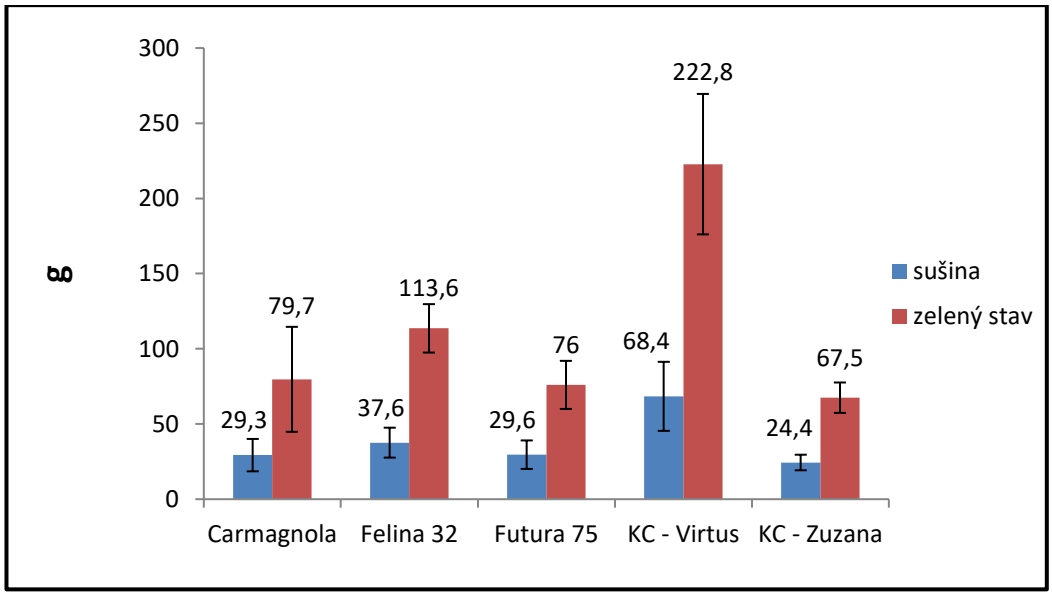
Graf č. 7 Průměr stonku konopí setého v plné zralosti v mm



Hmotnost biomasy jedné rostliny konopí setého v době květu

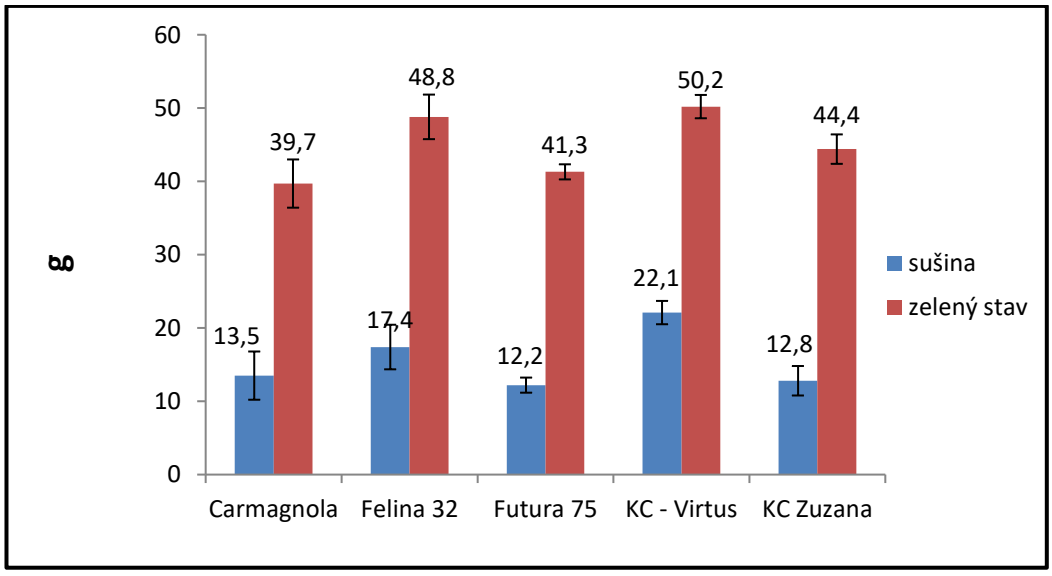
Průměrná hmotnost jedné samičí rostliny konopí setého v době květu v zeleném stavu činila 111,92 g. Největší hmotnost vykázala odrůda KC Virtus a to 222,8 g. Trojnásobně převýšila hmotnost u KC Zuzany, která činila 67,5 g viz. graf č. 8.

Graf č. 8 Průměrná hmotnost samičí rostliny konopí setého v g v sušině a v zeleném stavu v době květu



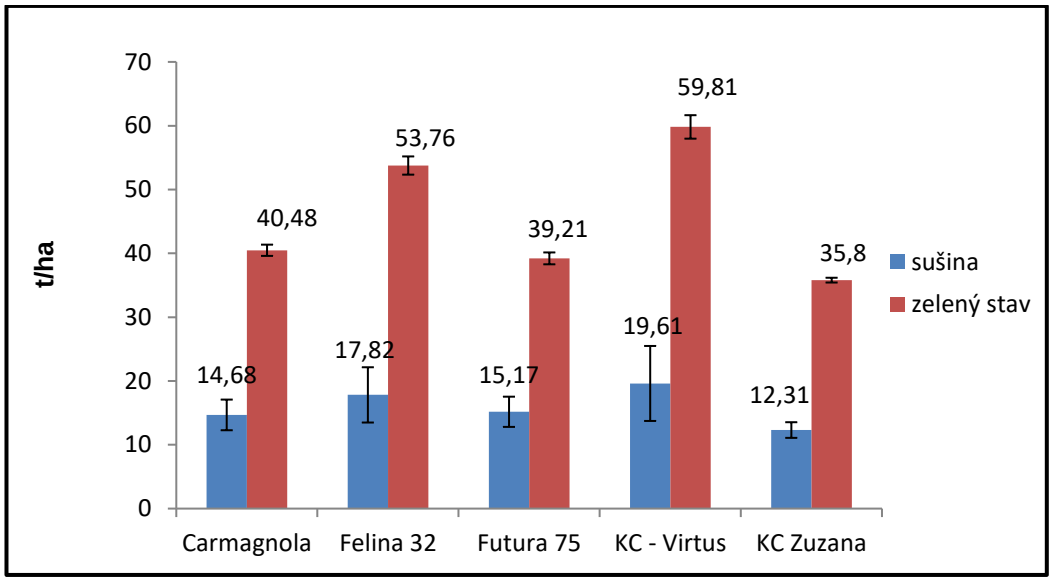
Průměrná hmotnost jedné samčí rostliny konopí setého v době květu činila v zeleném stavu 44,8 g. Největší hmotnosti vykázala odrůda KC Virtus a to 50,2 g. Naopak nejnižší hmotnost byla zjištěna u Carmagnoly, a to 39,7 g viz. graf č. 9

Graf č. 9 Průměrná hmotnost samčí rostliny konopí setého v g v sušině a v zeleném stavu



Významný rozdíl v celkové hmotnosti biomasy samčích i samičích rostlin v době květu oproti dalším odrůdám je patrný u KC Virtus. U této odrůdy se celkový výnos biomasy blížil k hranici 60 t/ha. Naopak produkce u KC Zuzany byla o 40 % nižší oproti KC Virtus viz graf č. 10.

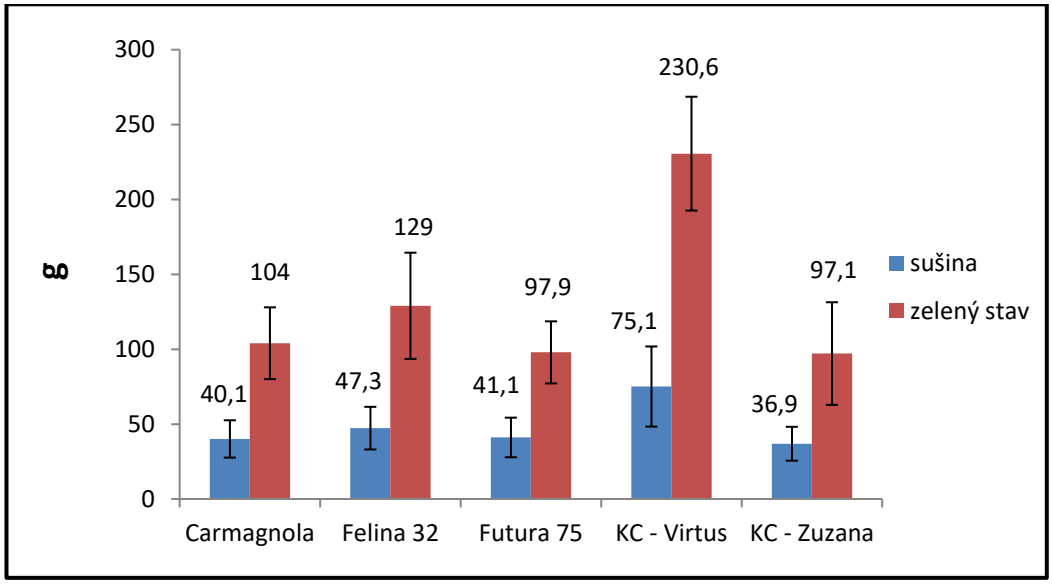
Graf č. 10 Průměrná hmotnost biomasy konopí setého v době květu v t/ha v zeleném stavu a sušině



Produkce biomasy konopí setého v plné zralosti

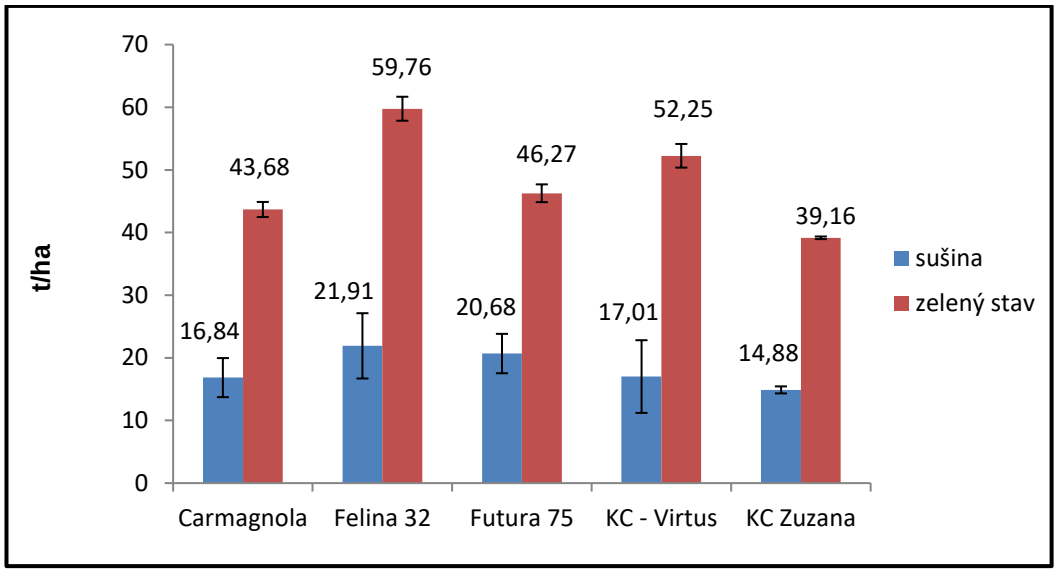
Průměrná hmotnost jedné samičí rostliny v plné zralosti konopí setého činila 131 g, což znamená 18 % přírůstek biomasy od fáze květu viz. graf č. 11.

Graf č. 11 Průměrná hmotnost samičí rostliny konopí setého v plné zralosti v g v sušině a zeleném stavu



Celková hmotnost biomasy v plné zralosti byla v zeleném stavu (využití pro bioplynové stanice) nejvyšší u odrůdy Felina 32 a to 59,7 t/ha a KC Virtus 52,2 t/ha viz graf č. 12 Produkce biomasy vyjádřená v sušině byla také nejvyšší u odrůdy Felina 32.

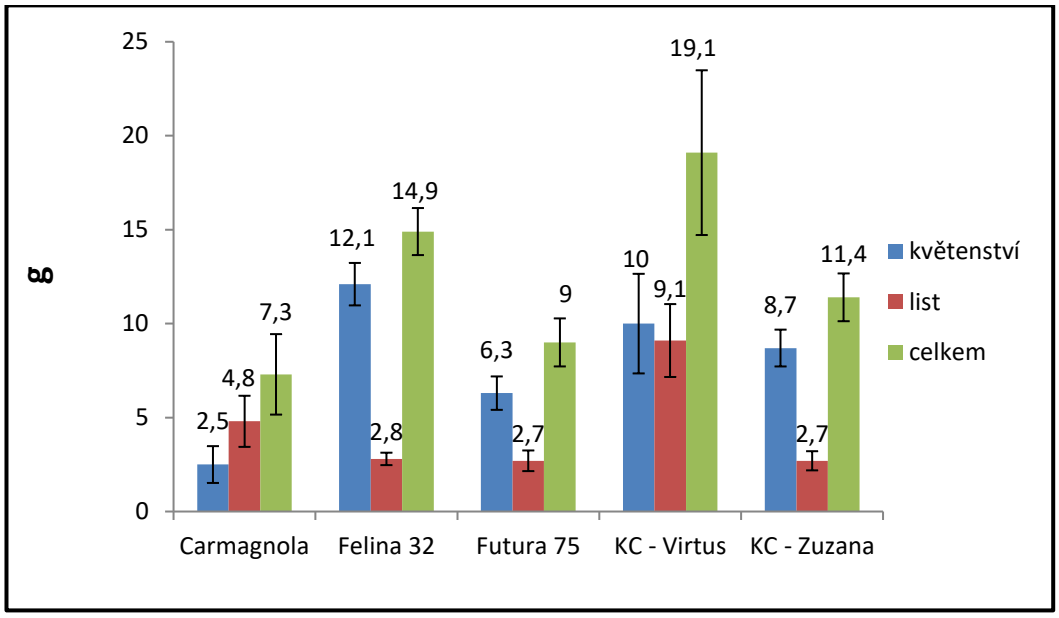
Graf č. 12 Průměrná produkce biomasy konopí setého v plné zralosti v t/ha v zeleném stavu a sušině



Produkce květenství a listů konopí setého

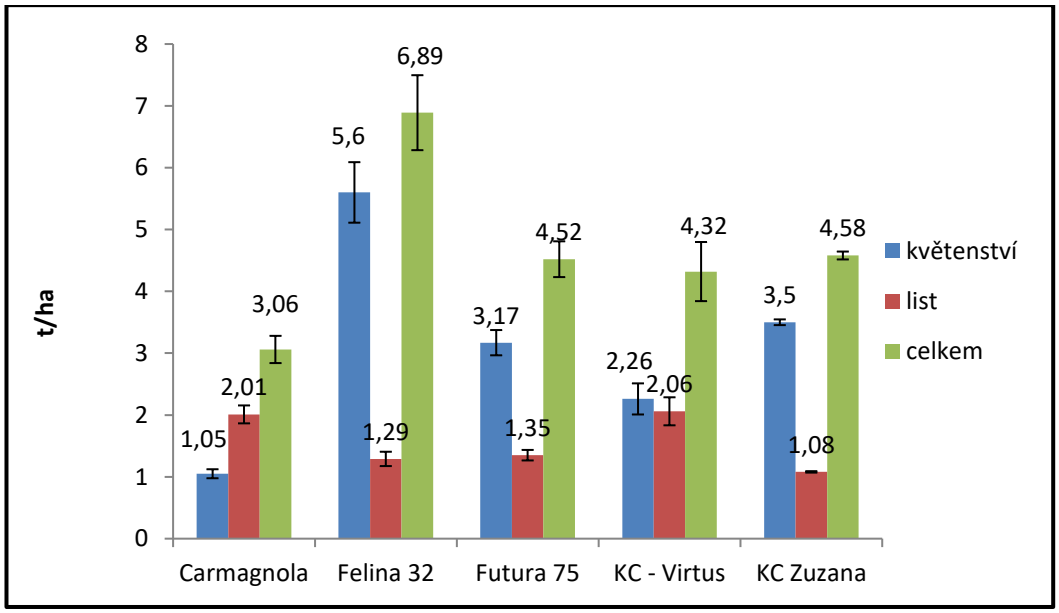
Průměrná hmotnost listu a květu jedné rostliny konopí setého (využití pro farmaceutický průmysl) činila 12,3 g. Nejvyšší produkce byla dosažena u KC Virtus a to 19,1 g, což znamená, že téměř dvojnásobně převýšila produkci Carmagnoly viz graf č. 13. Květenství tvořilo v průměru 66,6 % z celkové produkce využitelné jako surovina pro farmaceutický průmysl. Největší podíl květenství měla odrůda Felina 32 a to 12,1 g.

Graf č. 13 Průměrná hmotnost listů a květenství jedné rostliny konopí setého v g v sušině odebraná v plném květu



Vzhledem k celkové hmotnosti listu a květu v sušině bylo nejlepších výsledků dosaženo u Feliny 32 a to 6,9 t/ha, naopak nejnižší výnos je patrný u Carmagnoly 3,1 t/ha. viz graf č. 14

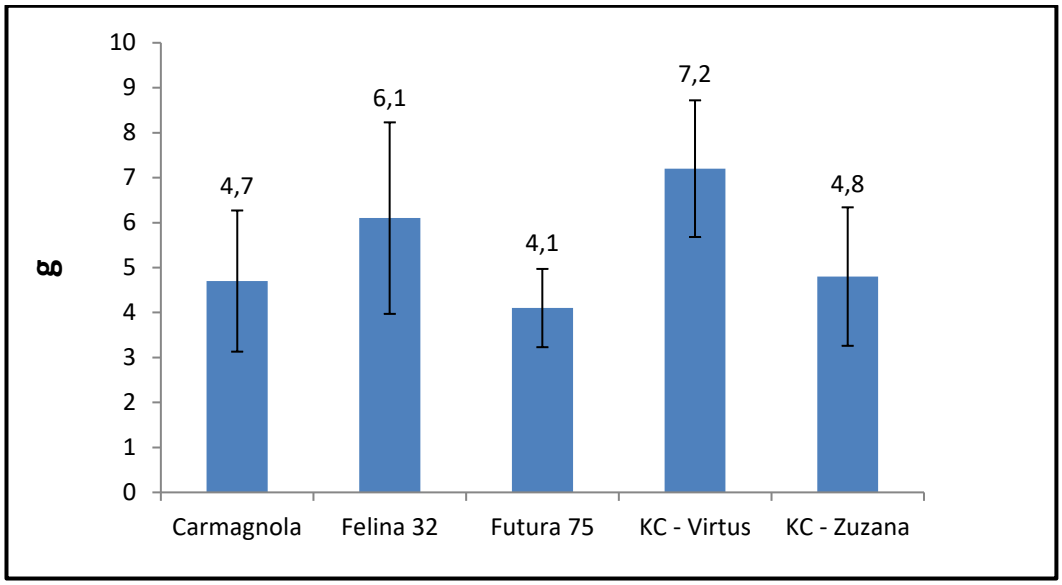
Graf č. 14 Celková produkce květenství a listů konopí setého v t/ha v sušině



Produkce nažek konopí setého

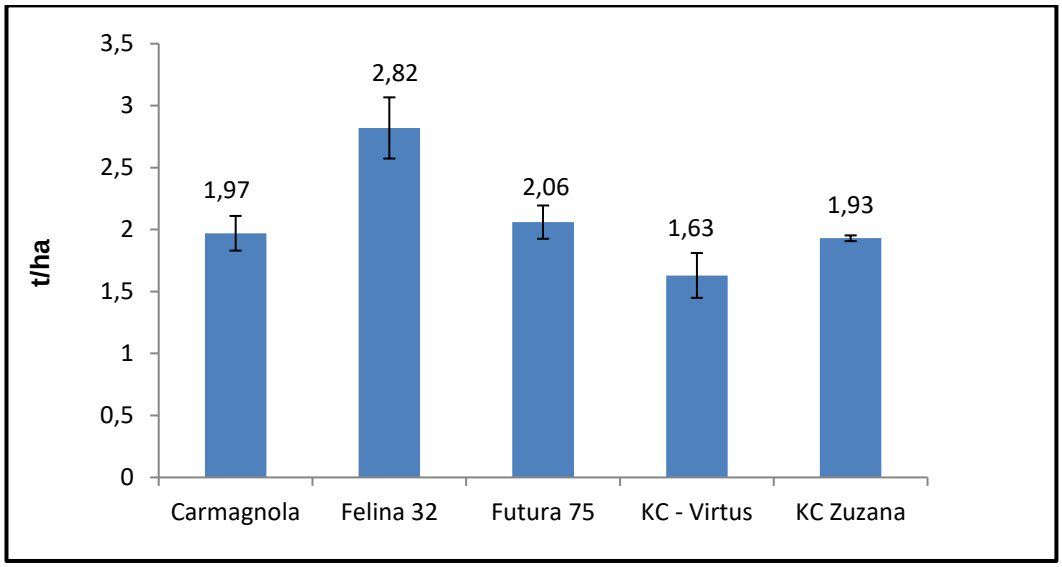
Průměrná produkce nažek z jedné rostliny u sledovaných odrůd činila téměř 5,4 g viz. graf č. 15. Nejvyšší produkce dosáhly rostliny odrůdy KC Virtus.

Graf č. 15 Průměrná hmotnost nažek z jedné rostliny konopí setého v g



Při porovnání celkového výnosu nažek byla produkce u KC Virtus nižší o 42 % oproti výsledku Felina 32, kde produkce činila 2,82 t/ha viz. graf č. 16. Průměrný výnos dosažený v ekologickém systému hospodaření činil 2,08 t/ha.

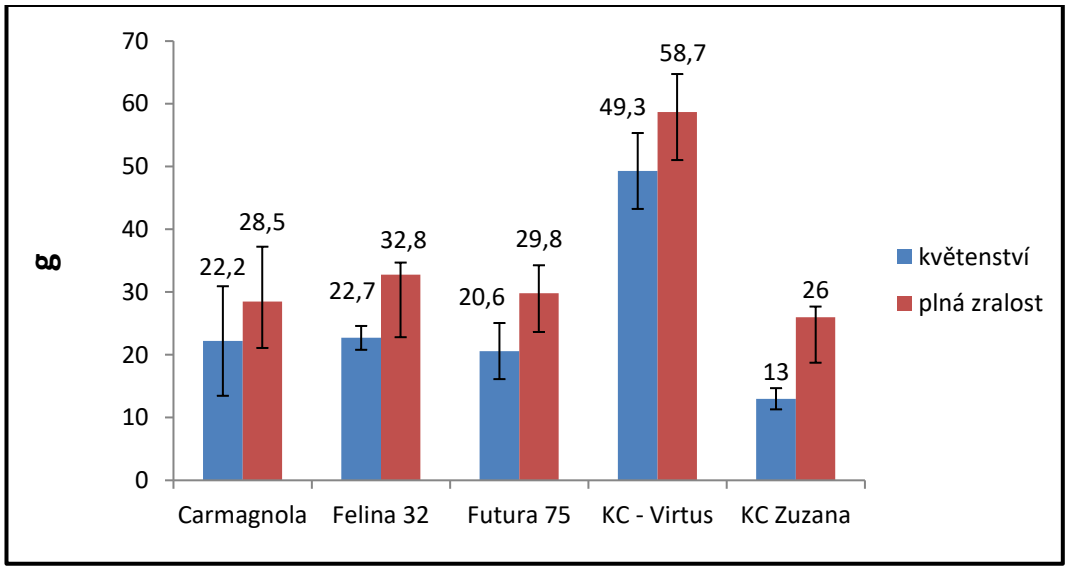
Graf č. 16 Průměrný výnos nažek konopí setého v t/ha



Hmotnost stonku jedné rostliny konopí setého

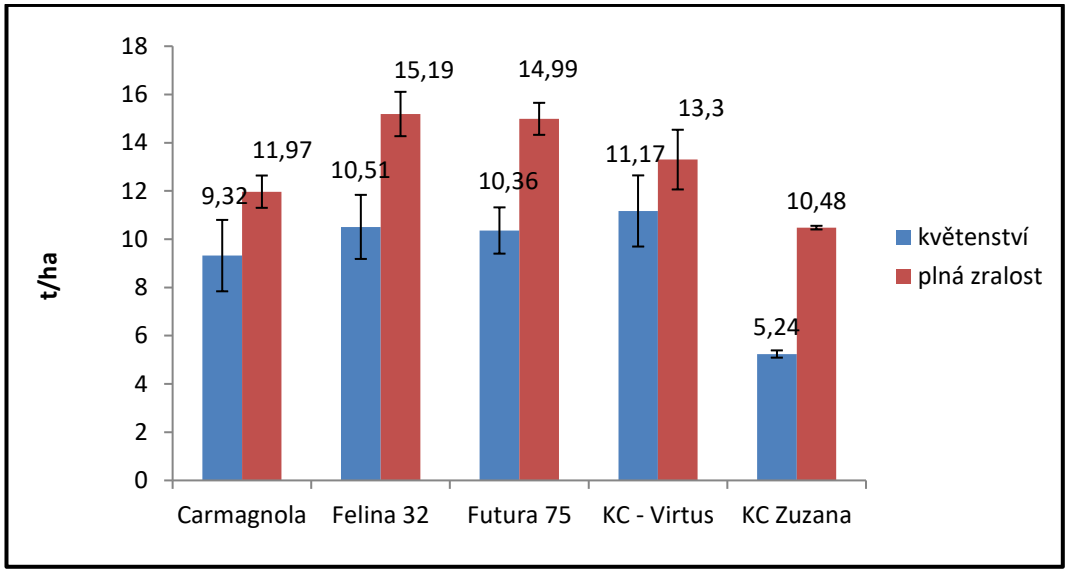
Průměrná hmotnost stonku jedné rostliny konopí setého činila v době květu 25,5 g v sušině V plné zralosti byl výnos zvýšen o 56 %, a to na hmotnost 35,1 g. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u odrůdy KC Virtus viz. graf č. 17.

Graf č. 17 Průměrná hmotnost stonku jedné rostliny konopí setého v g v sušině



Nejvyšší produkce stonků konopí setého přepočteného na plochu bylo dosaženo u odrůdy Felina 32, kdy množství stonků činilo cca 15 t/ha a nejnižší množství stonkův plné zralosti bylo zjištěno u KC Zuzany, kde produkce byla nižší o 31 % oproti Felině 32 viz. graf č. 18

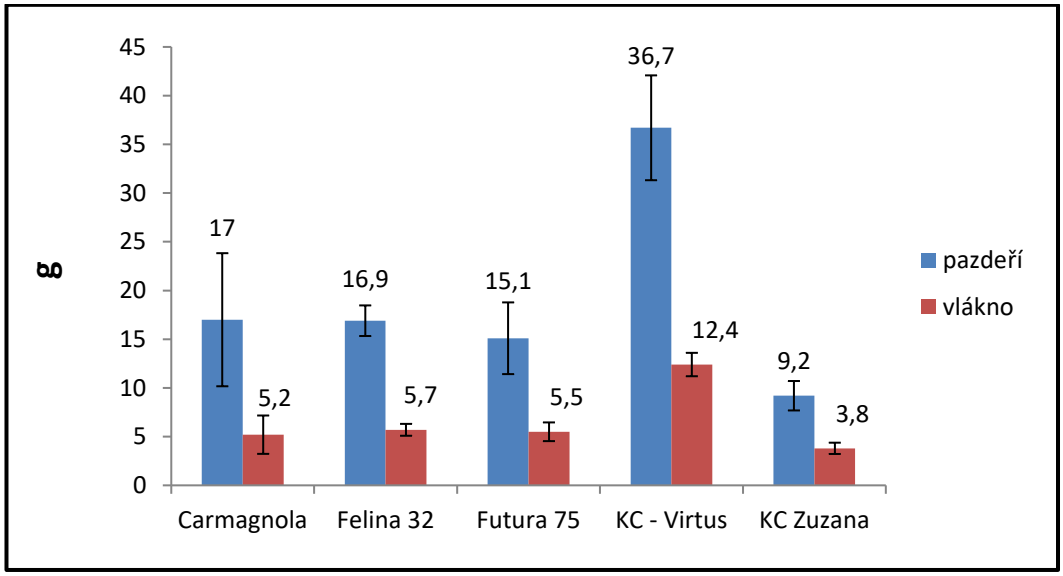
Graf č. 18 Průměrná produkce stonků konopí setého v t/ha v sušině



Hmotnost vlákna a pazdeří konopí setého v době květu

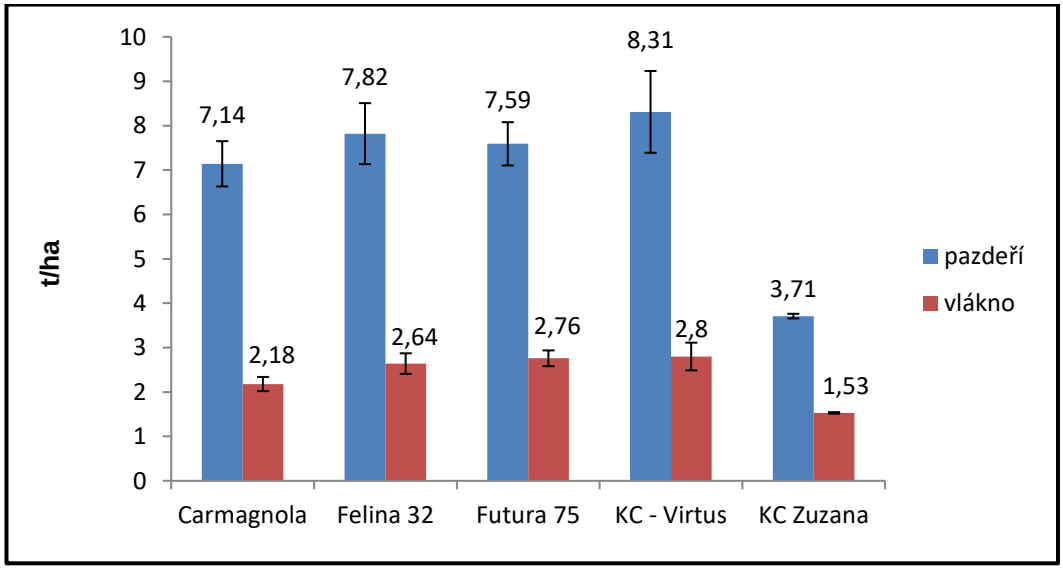
Průměrná hmotnost vlákna jedné samičí rostliny konopí setého v době květu byla 6,5 g, v pazdeří 18,9 g. Při porovnání produkce vlákna a pazdeří mezi odrůdami byla výtěžnost u KC Virtus největší, v porovnání s nejnižší produkcí u KC Zuzany u vlákna o 226 % , u pazdeří o 298 % viz. graf č. 19

Graf č. 19 Průměrná hmotnost vlákna a pazdeří jedné samičí rostliny konopí setého v g v sušině



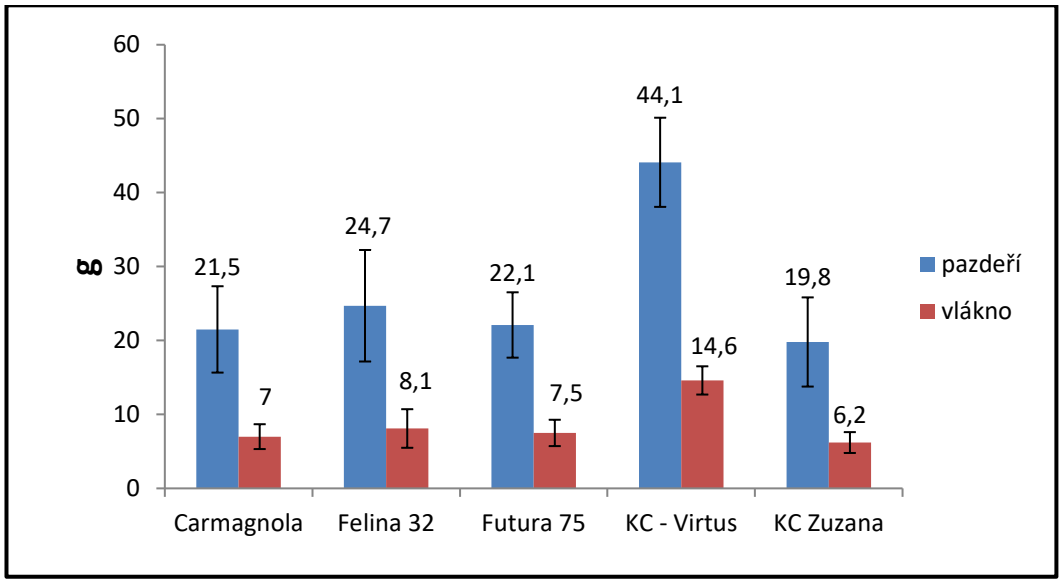
Při porovnání průměrného výnou vlákna a pazdeří byl shledán téměř o polovinu nižší výnos u KC Zuzany oproti ostatním odrůdám. U zbývajících odrůd výnos přesahoval hranici 7 t/ha viz. graf. č. 20.

Graf č. 20 Průměrný výnos vlákna a pazdeří v t/ha v sušině



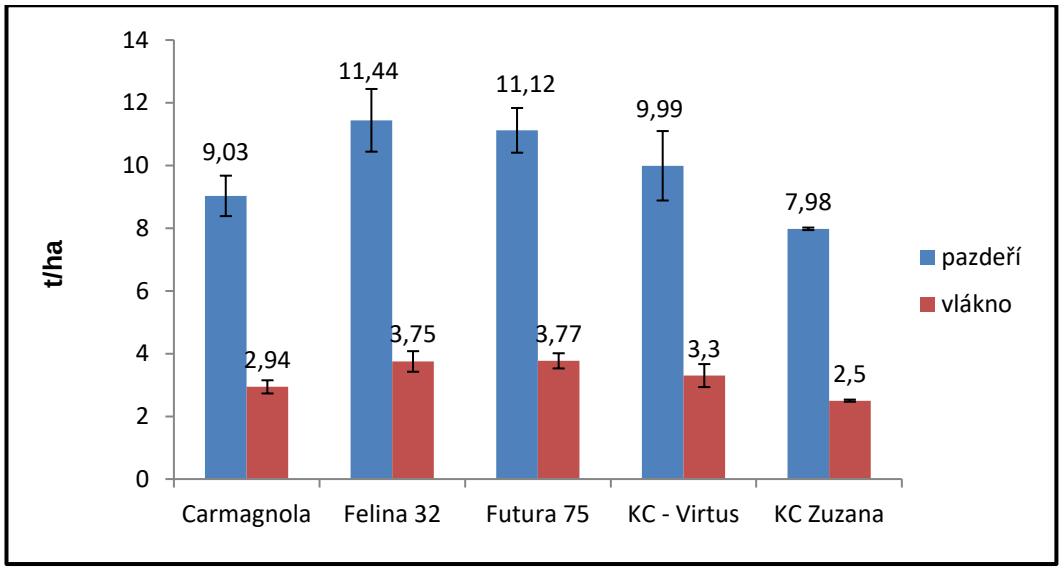
Průměrná hmotnost vlákna a pazdeří jedné samičí rostliny konopí setého v plné zralosti dosáhla v případě vlákna 8,6 g, u pazdeří 26,4 g. Při porovnání množství vlákna a pazdeří byla výtěžnost u KC Virtus větší oproti výsledku KC Zuzany. V případě vlákna o 135 % a pazdeří o 122 % viz. graf č. 21.

Graf č. 21 Průměrná hmotnost vlákna a pazdeří jedné samičí rostliny v g v sušině



Při porovnání výnosu vlákna a pazdeří ve fázi plné zralosti vykazovala KC Zuzana oproti ostatním v průměru nižší výnos u vlákna o 23 % a u pazdeří o 19% viz. graf. č. 22. Od fáze květu po fázi plné zralosti byl výnos v průměru navýšen u vlákna o cca 1 t/ha a u pazdeří o cca 4 t/ha.

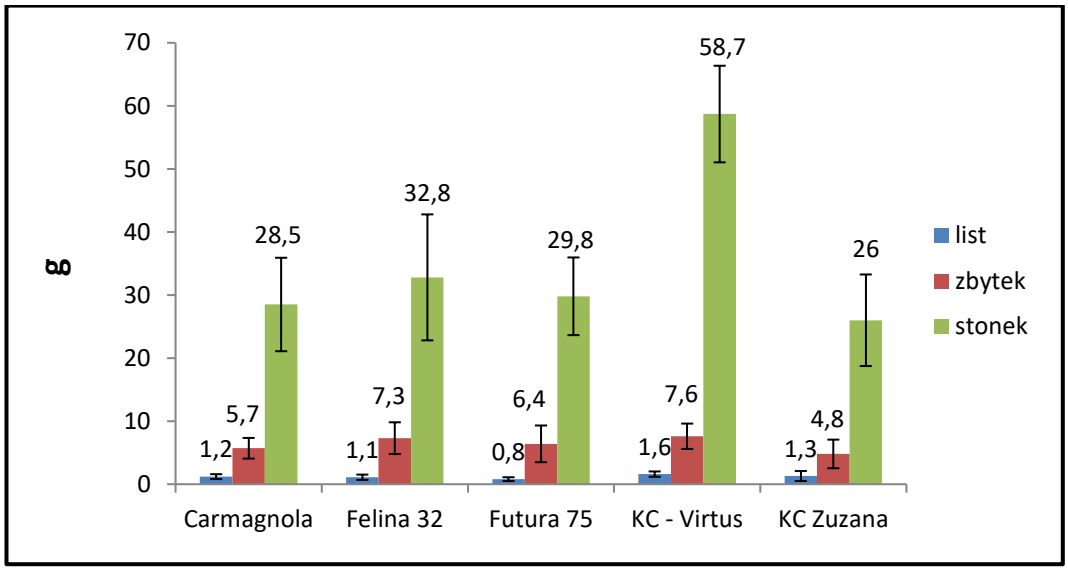
Graf č. 22 Průměrný výnos vlákna a pazdeří v plné zralosti v t/ha v sušině



Odpadní biomasa konopí setého při sklizni na produkci nažek

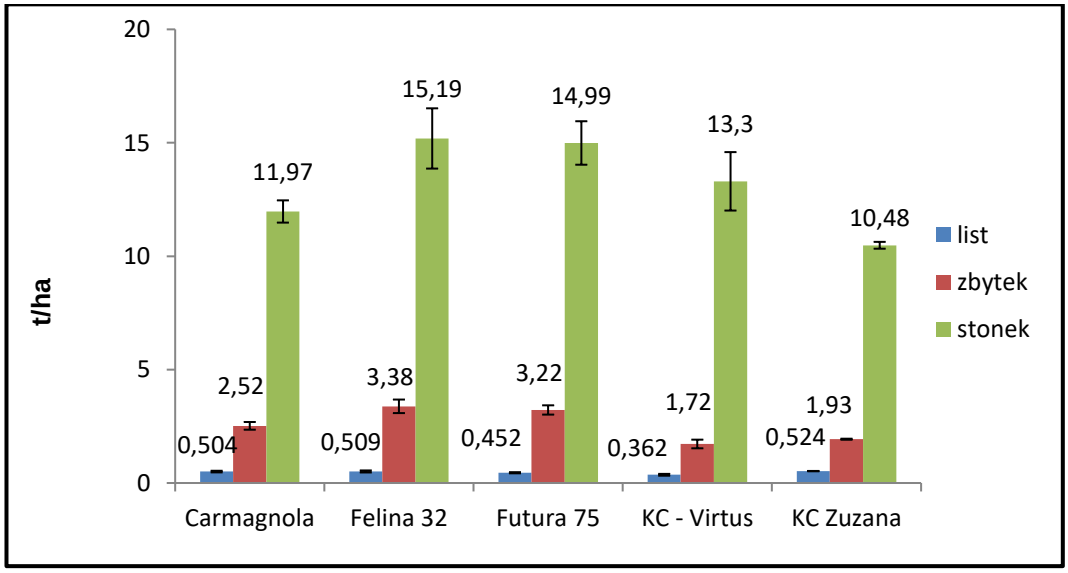
Průměrná hmotnost odpadu jedné samičí rostliny konopí setého ve fázi plné zralosti činila 42,7 g. Největšího množství odpadu dosáhla odrůda KC Virtus a to 58,7 g. viz. graf č. 23

Graf č. 23 Průměrná hmotnost odpadu (listy, stonek, zbytek) jedné rostliny konopí setého ve fázi plné zralosti v g v sušině



Největšího množství odpadu bylo dosaženo u odrůdy KC Virtus a Felina 32, kde celkové množství odpadu činilo cca 19 t/ha. Nejnižší množství odpadních částí rostlin bylo zjištěno u KC Zuzany viz graf č. 24

Graf č. 24 Celková produkce odpadních částí konopí setého v t/ha v sušině



7. Diskuze

V případě pěstování jakékoliv plodiny musíme pečlivě zvážit vhodnost lokality. V případě pěstování konopí setého spatřuji kromě lokality hlavní problém především v kvalitě osiva, kterého je na trhu nedostatek (ústní sdělení Kudrnáčová, 2019), a to zejména u maďarských odrůd. V případě lokality Strážov byl problém s kvalitou patrný už od samého počátku. Nižší klíčivost semene byla markantní u odrůdy KC Virtus a Felina 32, kdy vzcházivost byla snížena o cca 30–40 %, což se negativně projevilo na hustotě porostu. U dalších odrůd byla snížena o cca 15–20 %. Vše bylo způsobeno nedostatkem osiva na trhu a následným pořízením staršího osiva s nižší klíčivostí.

Průměrný výnos biomasy v sušině konopí setého zjištěný v ekologickém systému hospodaření činil 15,9 t/ha, výnos nažek 2,08 t/ha, výnos vlákna 2,38 t/ha a pazdeří 6,91 t/ha. Dle situační výhledové zprávy za rok 2009 byla produkce v ekologickém režimu nadprůměrná oproti výsledkům dosahovaných v ČR. U výnosu nažek produkce osciluje mezi 0,6 – 0,8 t/ha, u vlákna od 1,6 – 2,2 t/ha, u pazdeří od 6,4 – 6,8 t/ha (SZIF).

Při porovnání výnosů u sledovaných částí rostlin ekologická produkce v našem pokusu dosahuje obdobných ba i dokonce vyšších výnosů oproti produkci ekologické ze zahraničí, ale i domácí. Např. výsledky produkce nažek konopí z polních pokusů v dolním Rakousku se pohybovaly mezi 0,32 – 0,72 t/ha (Vogl, 2004). Podobně v případě výnosu biomasy sledované v Polsku nebyl shledán významný rozdíl v produkci ekologické či konvenční. V obou pokusech byl zjištěn stejný výnos a to 12,4 t/ha (Kuglarz, 2014). Množství nažek konopí setého produkovaných biofarmou Sasov (ČR) činí obvykle 0,5 t/ha, v případě květu také 0,5 t/ha, a celkové množství biomasy v sušině kolem 10 t/ha (ústní sdělení Krechler, 2019). Průměrné výnosy ekologického pěstitele konopí p. Lapky z Ryšína (ČR) jsou následující: celkové množství biomasy 9–11 t/ha, stonky 5-6 t/ha, nažky 0,5 t/ha, ruční sběr listu 0,3 t/ha, vlákno 1,5–2 t/ha, pazdeří 4-4,5 t/ha (ústní sdělení Lapka, 2019).

Při porovnání celkového množství zelené biomasy získané u odrůdy Futura 75 v našem pokusu s výsledky dosaženými v Lotyšsku byla dle Sauserrde (2013) produkce o cca 25 t/ha vyšší v Lotyšsku. V případě porovnání množství sušiny biomasy dané odrůdy byl výsledek dosažený v Lotyšsku vyšší o cca 6 t/ha. Daný rozdíl

v celkové hmotnosti byl patrně způsoben nedostatkem srážek v letním období v Nemilkově. Při porovnání výšky francouzské odrůdy Futura 75 v naší práci s rostlinami vypěstovanými v Lotyšsku, byly rostliny z Lotyšska výrazně vyšší (Lotyšsko – 2480 mm, Nemilkov – 1908 mm).

Naproti tomu při porovnání celkového výnosu sušiny biomasy u odrůdy Futura 75 s výsledky dosaženými v Dánsku byla dle Deleuran, (2005), byl výnos obdobný jako v našem pokusu (Nemilkov 15,17 t/ha, Dánsko 13,9 t/ha). Naopak výnos konopných nažek byl v Nemilkově vyšší o 1,4 t/ha než v Dánsku (Deleuran, 2005). Při porovnávání našich výsledků s produkcí v severní Dakotě byl výnos konopných nažek u odrůdy Futura 75 v Nemilkově vyšší o cca 1 t/ha než v severní Dakotě (Burton, 2015). Výnos konopných nažek byl v Nemilkově také vyšší 0,7 t/ha než v Coloradu (Rizza, 2015). Při porovnání množství stonku získaného u odrůdy Futura 75 v naší práci s výsledky dosaženými v Coloradu byla dle Rizza (2015) produkce o cca 5 t/ha vyšší v Nemilkově. V případě porovnání výnosu vlákna u odrůdy Futura 75 s výsledkem dosaženým v severní Dakotě byla dle Burton (2015) produkce o cca 5,5 t/ha vyšší v severní Dakotě.

Při porovnání získaného množství zelené biomasy u odrůdy Felina 32 s výsledky dosaženými v Litvě v roce 2008 byla dle Poiša (2013) produkce v Litvě o cca 30 t/ha nižší. V případě porovnání sušiny dané odrůdy byl výsledek o 6,9 t/ha příznivější pro Strážov. Při porovnání výšky rostlin odrůdy Felina 32 byla zjištěna významná diferenciace (Litva – 1640 mm, Strážov – 1895 mm) mezi produkcí v našem pokusu a v Litvě (Poiša, 2013). Naproti tomu Jankauskine (2010) uvádí v případě výnosu zelené biomasy u Feliny 32 v Litvě v roce 2009 produkci zelené biomasy o cca 20 t/ha a v sušině o cca 3 t/ha vyšší než ve Strážově. Také výška rostliny byla v tomto případě vyšší (Litva – 2490 mm, Strážov -1894 mm).

Při hodnocení celkového množství biomasy v sušině u odrůdy Felina 32 s výsledky v Dánsku byla dle Deleuran (2005) produkce v Dánsku o cca 4 t/ha nižší než ve Strážově.

Při hodnocení množství stonku a vlákna nebyla zaznamenána významná odchylka mezi produkcí v našem pokusu s produkcí uváděnou Deleuran (2005). Naproti tomu množství stonku u Feliny 32 získané ve státě Colorado bylo dle Riza (2015) o cca 6 t/ha nižší než produkce ve Strážově. Při porovnání množství vlákna

u Feliny 32 s výsledky dosaženými v severní Dakotě uvádí (Burton (2015) o cca 5,2 t/ha vyšší produkci v severní Dakotě.

Výnos konopných nažek byl ve Strážově vyšší o 2,2 t/ha než v Dánsku (Deleruan, 2005) a o cca 2 t/ha vyšší než v severní Dakotě (Burton, 2015) a o cca 0,7 t/ha než v Coloradu (Rizza, 2015).

Při porovnání námi zjištěné výšky rostliny a množství vyprodukované biomasy stonku maďarské odrůdy KC Zuzana s údaji s oblasti Udine v Itálii (Baldini, 2018) nebyl patrný rozdíl ve výšce prostu (Itálie – 1800 mm, Strážov -1767 mm) v produkci stonku (Itálie 5 t/ha, Strážov 10,4 t/ha). Výnos konopných nažek byl ve Strážově dokonce vyšší o 1,3 t/ha než v Itálii (Baldini 2018).

Při porovnání námi zjištěné produkce stonků odrůdy Carmagnola s výsledkem dosaženým v Itálii Baldini, (2018) byla produkce o cca 6,5 t/ha vyšší ve Strážově. Při porovnání námi zjištěné produkce výnosu celkové biomasy v zeleném stavu u odrůdy Carmagnola s výsledky dosaženými v Italii (Cappeleto, 2000) byla produkce o cca 10 t/ha vyšší ve Strážově. Při hodnocení množství sušiny byla produkce ve Strážově vyšší o cca 4 t/ha. Je třeba ale konstatovat, že porost v oblasti Ferrara byl měsíc před sklizní poničen krupobitím, tím byl negativně ovlivněn výnos v daném roce. Při porovnání výšky rostlin v plné zralosti odrůdy Carmagnola byly rostliny vyšší v Itálii (Cappeleto, 2000) než v našem pokusu (Itálie -2470 mm, Strážov – 1986 mm).

8. Závěr

Konopí seté patří mezi vysoce adaptabilní plodiny. Značná konkurenceschopnost jak vůči plevelným rostlinám, tak i fytopatogenním škůdcům, předurčuje tuto plodinu do ekologického způsobu zemědělské výroby. Další výhodou je téměř stoprocentní využitelnost. Při pěstování konopí setého ekologickým, nebo konvenčním způsobem je jedním z nejdůležitějších faktorů nákup kvalitního certifikovaného osiva, které ovlivní výslednou produkci.

Produkce v ekologickém režimu u sledovaných odrůd měla průměrný výnos nažek 2,08 v t/ha, vlákna 2,38 t/ha, pazdeří 6,91 t/ha a celkové biomasy v květu 15,9 t/ha i v plné zralosti 18,2 t/ha a je tak srovnatelná s průměrnou produkcí dosahovanou v ČR v konvenčním zemědělství.

Další důležité rozhodnutí je výběr odrůdy, jelikož některé odrůdy jsou vhodné pro produkci biomasy, ale nemusí být vhodné k produkci květu, či malé výtěžnosti plodu, vlákna atd. Z hlediska hodnocení celkového množství biomasy, které je bezesporu jedním z nejdůležitějších faktorů pro bioplynové stanice či pro spalování biomasy, se jako nejvhodnější odrůda jevila odrůda KC Virtus, kde se celková hmotnost přiblížila hranici 60 t/ha (v sušině 19,6 t). Jako nejméně vhodná pro produkci biomasy ze všech sledovaných odrůd byla KC Zuzana, kde celková hmotnost biomasy činila 36 t/ha (v sušině 12,3 t/ha).

V případě pěstování a následného využití konopí pro farmaceutický průmysl poskytla nejvyšší množství květu a listu Felina 32 a to 6,8 t/ha a KC Zuzana 4,5 t/ha, nejméně vhodnou pak byla Carmagnola, která poskytla výnos výrazně nižší oproti zmiňovaným odrůdám.

Při pěstování pro produkci plodu byl zaznamenán mimořádný výnos u Felina 32, kde výnos činil 2,8 t/ha. Vysoký výnos byl ovlivněn správným načasováním sklizně. Porost nebyl přezrálý, nedošlo k jeho poškození ptactvem a sběr probíhal ručně.

V případě produkce kvalitního vlákna se jevila jako nejlepší odrůda ze všech sledovaných KC Virtus s výtěžností vlákna 2,8 t/ha a Futura 75 s 2,7 t/ha, naopak nejméně vhodnou byla KC Zuzana. Při hodnocení celkového množství pazdeří byl výsledek obdobný výtěžnosti vlákna.

Jestliže by byla celková produkce zaměřena jen na produkci květu (pro farmaceutické účely) nebo plodu (k výrobě olejů, potravin, krmiv), největšího množství dále využitelného odpadu bylo dosaženo u odrůdy Felina 32 a to 19 t/ha. Tento zbylý materiál by mohl nalézt uplatnění ve spalovnách biopaliv či výrobě kompostů.

Zbytky rostlin, které zbyly po sklizni nažek nebo v případě pěstování z důvodu získání květu, se mohou využít v bioplynových stanicích nebo přímo jako ekologické palivo či kompost.

Konopí seté z ekologické produkce by mělo být dle mého názoru nejvíce využíváno pro kombinovanou produkci. A to jako surovina pro farmaceutický průmysl s využitím zbývající biomasy např. pro energetické účely, dále pak pro kombinovanou produkci nažek. Tyto se využijí v potravinářství z důvodu vysoké nutriční hodnoty semen a obsahu vysoce kvalitního oleje, který je z převážné části tvořen nenasycenými mastnými kyselinami opět v kombinaci s produkcí biomasy vhodné pro energetické využití, či suroviny pro stavebnictví atd.

9. Seznam použité literatury:

Anonym 1, 2018, Salvia paradise shop [online], [cit. 2018- 11-23], Herbář rostlin, Dostupné z WWW: https://www.salviaparadise.cz/herbar-rostlin-konopi-cannabis-sativa-c-736_911.html

Anonym 2, 2015, Philosopher seeds, [online], [cit.2015-8-17], Cannabis seeds, Dostupné z WWW: https://www.philosopherseeds.com/blog/en/prepare-organic-substrate-cannabis/

Anonym 3, 2017, Legalizace [online], [cit. 2017-10-06], Kanabinoidy a jejich působení, Dostupné z WWW: http://www.magazin-legalizace.cz/cs/articles/detail/309-agroporadna-technickeho-konopi?rubricId=37

Anonym 4, 2016, Cosmetics business, [online], [cit. 2016-10-26], Chat can hemp do for beauty, Dostupné z WWW:https://www.cosmeticsbusiness.com/technical/article_page/What_can_hemp_do_for_beauty/122380

Anonym 5, 2018, Canna forum, [online], [cit 2018-11-23], Hemp concrete, Dostupné z WWW:https://www.cannaforum.com/articles/build-a-home-with-hemp-concrete/

Anonym 6, 2018, Hempme, [online], [cit. 2018 – 11-23], Hemp plastic benefits, use and characterisctic, Dostupné z WWW:https://www.hempme.com.au/hemp-plastic-benefits-uses-characteristics/

Anonym 7, 2015, Bushka,[online], [cit. 2005-03-18], Konopí dávný a užitečný společník lidstva, Dostupné z WWW: http://www.bushka.cz/archiv/spolecnik2.html

Anonym 8, 2018, Technical textile, [online], [cit. 2018-11-23], Hemp fibros use in train brake pads, Dostupné z WWW:https://www.technicaltextile.net/articles/hemp-fibres-used-in-train-brake-pads-3011

Anonym 9, 2018, Unitec power tools, [online], [cit. 2018-11-23], Plantex Flap Disis, Dostupné z WWW:https://www.csunitec.com/metal-surface-finishing/surface-finishing-abrasives-accessories/segmented-flap-discs/plantexr-flap-discs

Anonym 10, 2019, Konopar – odrůdy konopí, [online], [cit. 2019-01-10]. Dostupné z WWW:https://trompetol.wixsite.com/konopar/kopie-osivo-konopi

Anonym 11, 2019, EU – Certified Planting Seed, [online], [cit.2019-01-10]. Dostupné z WWW:http://www.ihempfarms.com/

Anonym 12, 2019, Our industrial hemp seed varieties, [online], [cit.2019-01-10], Dostupné z WWW:https://www.palomofarmsnc.com/industrial-hemp-seed-varieties

Anonym12, 2019, Zoohit, Konopné stelivo Hempparade, [online], [cit. 2019-02-05]. Dostupné z WWW:https://www.zoohit.cz/shop/hlodavci/stelivo/konopne/601590

Anonym 13, 2019, Cannacura - Tradiční evropský výrobce produktů z konopí, [online], [cit. 2019-02-10]. Dostupné z WWW:http://www.cannacura.com/

Anonym 14, 2019, Cannapedia – Aroma, [online], [cit.2019-02-10]. Dostupné z WWW:http://www.cannapedia.cz/cs/obsahove-latky-v-konopi/aroma

Anonym 15, 2019, Integrating hemp in Uttarakhand, [online], [cit.2019-03-03]. Dostupné z WWW: http://uturnfoundation.org/wputurn/integrating-hemp-in-uttarakhand-organic-farming-systems.

Anonym 16, 2019, Pěstitel konopí a chovatel ovcí, [online], [cit.2019-03-25]. Dostupné z WWW: http://www.farmalapka.cz/konopi/

Anonym 17, 2017, Hemp bussines journal, [online], [cit.2017-04-20]. Dostupné z WWW: https://www.hempbizjournal.com/us-hemp-moving-forward-with-usda-organic-certifications/

Anonym 18, 2019, Farming hemp in Australia, [oline], [cit.2019-03-20). Dostupné z WWW: https://www.hempfoods.com.au/farming-hemp-australia

Anonym 19, 2018, Organic Certification of Industrial Hemp Production , [online], [cit. 2018-09-13]. Dostupné z WWW: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/NOP%202040%20Hemp%20Instruction.pdf

Baldini, M., Ferfuia, C., Piani, B., Sepulcri, A., Dorigo, G., Zuliani, Danuso F.,& Cattivello, C. 2018. The performance and potentiality of monoecious hemp (Cannabis sativa L.) cultivars as a multipurpose crop. Agronomy, 8(9), 162.

Bjelková M, Šmirous P, Vrbová M, Vaculík A, 2017. Komplexní metodika pěstební technologie konopí setého, Agritec Šumperk. Dostupné z WWW:https://docplayer.cz/55829809-Komplexni-metodika-pestovani-konopi-seteho.html

Bomfrod M, Pomper K W, 2014. Organic hemp research at Kantucky state university, [online], [cit.2014-07], Dostupné z WWW:

https://www.researchgate.net/publication/267353506_Organic_Hemp_Research_at_Kentucky_State_University

Bucharová J, 2018. Technické konopí, materiál budoucnosti? Od tkaní látek ke stavbě domů. Dostupné online : https://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/technicke-konopi-material-budoucnosti-od-tkani-latek-ke-stavbe-domu/

Burton L, 2019. Industrial hemp cultivar evaluations in North Dacota, [online], [cit. 2019- 01-10]. Dostupné z WWW:https://www.ag.ndsu.edu/langdonrec/documents/crop-production-management/industrial-hemp-cultivar-evaluations-in-north-dakota-poster-2016

Cappeleto P, Brizi M, Mongardiny F, Barberi B, Sannibale M, Nenci G, Poli M, Corsi G, Grassi G, Pasini P, 2000. Italy – grown hemp: composition and cannabidoid. Industrial Crops and Products 13 (2001) 101 – 113

Carus, M., Karst, S., Kauffmann, A., Hobson, J., Bertucelli, S. 2013. The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs and seeds. European Industrial Hemp Association (EIHA), Hürth (Germany)

Deleuran, L. C., Flengmark, P. K. 2006. Yield potential of hemp (Cannabis sativa L.) cultivars in Denmark. Journal of Industrial Hemp, 10(2), 19-31.

Grohmann J, 2015. Materiály budoucnosti v automobilovém průmyslu : bavlna, konopí, dřevo, dostupné online : http://www.hybrid.cz/materialy-budoucnosti-v-automobilovem-prumyslu-bavlna-konopi-drevo

Herer J, 1994. Spiknutí proti konopí, Utax kopils, Kojetín, , 141 s.

Honzík R, Bjelková M, Muňoz J, Váňa V, 2012. Pěstování konopí setého cannabis sativa l. pro výrobu bioplynu. Metodika pro praxi. Dostupné z WWW:https://invenio.nusl.cz/record/386518/files/nusl-386518_1.pdf

Jankauskienė, Z., Gruzdevienė, E. 2010. Evaluation of Cannabis sativa cultivars in Lithuania. Žemdirbystė/Zemdirbyste-Agriculture,97(3), 87-96. Dostupné z WWW: https://www.researchgate.net/publication/216726206_Evaluation_of_Cannabis_sativa_cultivars_in_Lithuania

Johnson R, 2018, Hemp as an Agricultural Commodity, [online], [cit. 2018-06-22]. Dostupné z WWW: https://fas.org/sgp/crs/misc/RL32725.pdf

Klvaňová L, 2007. Konopí biomasa pro život, Zelená pumpa – Chraštické ekocentrum, o.s. Chraštice, 28 s,

Komendová J, 2005. Otazníky kolem ekomódy, Ekologické listy – Hnutí duha, dostupné online - http://olomouc.hnutiduha.cz/kontakt/

Kuglarz M, Gunnarson I B, Svenson S E, Prade T, Hohannson E, Angelidake I, 2014. Ethanol production industrial hemp: effect of combined dilute acid/steam pretreatmen and economic aspects. Bioresource technology, 163, 236-243.

Luňáček M, Holubová V, 2001. Úskalí sklizně konopí, VÚZT Praha – Ruzyně, 2001-08-15, [online]https://uroda.cz/uskali-sklizne-konopi/

Meier, C., Mediavilla, V. (1998). Factors influencing the yield and the quality of hemp (Cannabis sativa L.) essential oil. J. Int. Hemp Assoc, 5(1), 16-20

Miovský M, Blaha T, Dědičová M, Dvořáček J, Gabrhelík R, Gabrielová H, Gajdošíková H, Horáček J, Kremenčík P, Kubů P, Miovská L, Ouštěcká-Neradová A,Nerad J, Radimech J, Ruman M, Sivek V, Šejvl J, Šulcová A, Vacek J, Vopravil J, Vorel F, Zábranský T, 2008, Konopí a konopné drogy. Grada Publishing, a.s, Praha, 533 s.

Moudrý J, Bazgier M, 2006. Nepotravinářské využití rostlinné produkce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 68 s.

Moudrý J, 2011. Alternativní plodiny, Profi Press, Praha, 142 s.

Moudrý J, Strašil Z, 1998. Energetické plodiny v ekologickém zemědělství, Vh press, Hradec Králové, 56 s.

Petáková H, 2012. Teplo vám zajistí konopí. Dostupné z WWW: https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/1982-teplo-vam-zajisti-konopi

Petříková V, 2005. Energetická biomasa z polních kultur. Biom.cz, [online], [cit. 2018-06-07]. Dostupné z WWW:https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticka-biomasa-z-polnich-kultur

Petříková V, Sladký V, Strašil Z, Šafařík M, Usťak S, Váňa J, 2006. Energetické plodiny, Profi Press, s.r.o., Praha,127 s,

Plištil D, 2004. Využití technického konopí pro energetické účely.Biom. cz [online], 2004 -11-15 [cit. 2018-08-05]. Dostupné z WWW:https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-technickeho-konopi-pro-energeticke-ucely

Poiša, L., Adamovičs, A., Jankauskiene, Z., Gruzdeviene, E. 2010. Industrial hemp (Cannabis sativa L.) as a biomass crop. Treatment and use of organic residues

in agriculture: challenges and opportunities towards sustainable management, 326-330. Dostupné z WWW: https://www.votehemp.com/PDF/Ramiran2010_0155_final.pdf

Poliščuk M, Hadinec A, 1970. Pěstování konopí archiv rok 1952, Biom.cz, [online], 1970-01-01. Dostupné z WWW:https://biom.cz/cz/legislativa/fyto-legislativa/pestovani-konopi-archiv-rok-1952

Prugar J a kol., 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. Tisíciletí, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 327 s.

Rizza J, 2015. Hemp in Colorado Just the Bigining, [online], [cit.2019-01-10], Dostupné z WWW:http://www.foodfarmforum.org/wp-content/uploads/2017/02/HempinCO_Rizza.pdf

Robinson R, 1997. Velká kniha o konopí, Volox Globator, Český Těšín, 281 s.

Ruman M, Klvaňová L, 2008. Konopí staronový přítel, Zelená Pumpa – Chrastické ekocentrum, o.s. Chrastice, 31 s.

Ruman M, 2014. Průvodce světem univerzální rostliny, Malý princ, Praha, 308 s.

Sausserde R., Adamovics A. 2013. Industrial hemp for biomass production Journal of Agricultural Engineering 2013; XLIV(s2): 619-623.

Schluttenhofer, C., Yuan, L. 2017. Challenges towards revitalizing hemp: a multifaceted crop. Trends in Plant Science, 22(11), 917-929.

Sladký V, 2004. Konopí, šance pro zemědělství a průmysl. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha

Šimon J, Strašil Z, 2000. Prespektivy pěstování plodin pro nepotravinářské účely, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 50 s.

Široká M, 2009. Konopí seté – energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí. Biom.cz [online], 2009–01 26[cit.2018-08-13]. Dostupné z WWW:https://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti

Široká M, 2005. Konopí pro zemědělství a průmysl České republiky, Biom.cz, [online], 2005-04-14 [cit.2018-08-21]. Dostupné z WWW: https://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-jako-alternativa-pro-zemedelstvi-i-prumysl-ceske-republiky

Šmirous P, 2014, Současné pěstování lnu a konopí, Agritec Šumperk, dostupné z WWW: https://docplayer.cz/4294110-Soucasne-pestovani-lnu-a-konopi.html

Šmirous P st, Ondráčková E, Seidenglanz M, Vaculík A, Šafář J, 2015. Integrovaná ochrana lnu a konopí, Agritec Šumperk

Šnobl J, Pulkrábek J, Baranik P, Faměra O, Fuksa P, Hakla J, Hamouz K, Horák L, Hosnedl V, Kocourková D, Kuchtová P, Mrkvička J, Novák D, Petr J, Svobodová M, Šntrůček J, Škoda V, Štaud J, Tlustoš P, Vaněk V, Vašák J, Veselá M, 2005. Základy rostlinné produkce, Česká zemědělská univeriza v Praze, 172 s

Šnobl J, 2004. Rostlinná výroba IV. Chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům, Česká zemědělská univerita v Praze, Praha, 119 s

Vogl Ch R, Lissek-Wolf G,Surbock A, 2008. Comparin hemp seed yeilds (*Cannabis sativa L.)* of an on-farm Scientific filed experiment to an on-farm agronomic evaluation under organic growing condition in lower Austria, Journal of Industrial Hemp, 9(1), 37-49.

Vondra N, 2014. Konopí a jeho využití ve stavebnictví, Biom.cz, dostupné z WWW: https://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/konopi-a-jeho-vyuziti-ve-stavebnictvi

Zach J, Sedlářová I, 2008. Progresivní stavební materiály s využitím druhotných surovina jejich vliv na životnost konstrukcí, Dostupné z WWW: https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/materialy/moznosti-uplatneni-technickeho-konopi-pri-vyrobe-tepelneizolacnich-materialu_41289.htm