



**Současné pěstební technologie konopí – vliv na výnos
a kvalitu**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
MVDr. Ing. Václav Trojan, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Marie Josková

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Současné pěstební technologie konopí – vliv na výnos a kvalitu

vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce panu MVDr. Ing. Václavu Trojanovi, Ph.D., za odborné vedení, ochotný přístup, cenné rady a připomínky, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Dále patří mé poděkování Bc. Hance Gabrielové z Hemptu, Ing. Evě Baldassarre Švecové, Ph.D. a dalším z Botanického ústavu AV ČR, v. v. i. za možnost podílet se na experimentech, za pomoc a za poskytnutí materiálů potřebných k vypracování této práce. V neposlední řadě chci také poděkovat své rodině a přátelům za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Experimenty byly provedeny v rámci CK Bioraf (TAČR, TE01020080).

ABSTRAKT

Diplomová práce s názvem Současné pěstební technologie konopí – vliv na výnos a kvalitu se v teoretické části zabývá legislativou pěstování konopí, agrotechnikou pěstování, sklizně a následně stavem pěstování konopí v České republice, v Evropské unii a ve světě. V praktické části se zabývá pokusy vlivu arbuskulárně-mykorhizních hub na obsah vybraných kanabinoidů v rostlinách konopí odrůd Kompolti a KC Dora v řízených podmínkách skleníku v Botanickém ústavu AV ČR a následně na poli biofarmy Sasov u odrůd Futura, Fibrol, KC Dora a Finola. Vliv inokulace na zvýšení obsahu kanabinoidů nebyl prokázán.

Klíčová slova: konopí, *Cannabis sativa*, pěstování, mykorhiza, kanabinoidy

ABSTRACT

Diploma thesis entitled Contemporary Cannabis growth technology – influence on yield and quality in the theoretical part deals with the legislation of cannabis cultivation, agrotechnology of cultivation, harvesting and hemp growing in the Czech Republic, in the European Union and in the world. In the practical part deals with experiments on the influence of arbuscular-mycorrhizal fungi on the content of selected cannabinoids in cannabis plants of the Kompolti and KC Dora varieties in controlled greenhouse conditions at the Institute of Botany of the CAS, v. v. i. and subsequently in the field of Sasov biofarm with Futura, Fibrol, KC Dora and Finola varieties. The effect of inoculation on the increase cannabinoids content has not been demonstrated.

Key words: hemp, *Cannabis sativa*, cultivation, mycorrhiza, cannabinoids

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 CÍL PRÁCE.....	9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1 Legislativa pěstování konopí v České republice	10
3.2 Pěstební technologie a odrůdy konopí.....	11
3.2.1 Agroekologické požadavky a délka vegetace	11
3.2.2 Pěstební technologie	12
3.2.2.1 Zařazení do osevního postupu	12
3.2.2.2 Příprava půdy a setí.....	13
3.2.2.3 Hnojení.....	15
3.2.2.4 Ochrana rostlin.....	17
3.2.2.5 Sklizeň	19
3.2.3 Odrůdy	21
3.2.4 Výnos konopí.....	22
3.3 Pěstování konopí ve světě	23
3.4 Pěstování konopí v České republice	25
4 MATERIÁL A METODIKA	29
4.1 Nádobový pokus v Botanickém ústavu AV ČR	29
4.1.1 Založení pokusu	29
4.1.2 Sklizeň a hodnocení	32
4.1.3 Barvení Trypanovou modří.....	32
4.2 Polní pokus na Biofarmě Sasov.....	33
4.2.1 Příprava půdy a setí.....	33
4.2.2 Materiál	33
4.2.3 Test mykorhizního inokulačního potenciálu (MIP).....	33
4.2.4 Odběr vzorků a jejich hodnocení	34

5 VÝSLEDKY A DISKUZE	36
5.1 Výsledky hrnkového pokusu	36
5.1.1 Kolonizace kořenů arbuskulárně-mykorhizními (AM) houbami	36
5.1.2 Analýzy obsahu kanabinoidů.....	36
5.2 Výsledky polního pokusu.....	40
5.2.1 Mykorhizní inokulační potenciál (MIP)	40
5.2.2 Kolonizace kořenů arbuskulárně-mykorhizními (AM) houbami	40
5.2.3 Analýzy obsahu kanabinoidů.....	41
5.3 Diskuze	48
6 ZÁVĚR	50
7 POUŽITÁ LITERATURA.....	52
8 SEZNAM OBRÁZKŮ	55
9 SEZNAM TABULEK.....	56
10 PŘÍLOHY	57

1 ÚVOD

Současné pěstební technologie konopí jako téma diplomové práce bylo zvoleno zejména z důvodů, že se jedná o nenáročnou plodinou vhodnou pro pěstování v různých oblastech, o plodinu, která je poměrně dobře odolná vůči plevelům, chorobám a škůdcům, a tak většinou není nutné využívat k její ochraně chemické látky, čímž se jeví jako plodina vhodná i pro ekologické zemědělství. Zanechává půdu v dobrém strukturním stavu, hodí se jako přerušovač obilných sledů.

Jedná se navíc o plodinu s širokými možnostmi využití. Konopí lze více méně beze zbytku celé zpracovat. Využití najde v různých odvětví průmyslu jak konopné vlákno, pazdeří tak i semeno, jehož olej obsahuje množství cenných látek. Konopí je také významnou plodinou pro výrobu bioplynu.

V poslední letech konopí zažívá renesanci, zájem o konopí a konopné produkty se zvyšuje, dochází tak k nárůstu pěstebních ploch technického konopí, a to nejen v České republice ale i v dalších zemích Evropské unie a ve světě.

Pěstování konopí je však upraveno legislativou. Lze pěstovat jen povolené odrůdy konopí a při jeho pěstování nad 100 m² se na něj vztahuje ohlašovací povinnost.

Možný vliv mykorhiz na obsah kanabinoidů odrůd konopí, zejména na zvýšení žádoucích látek (CBD = kanabidiol a CBDA = kanabidiolová kyselina) by byl přínosem pro pěstování konopí.

Konopí by měla být věnována velká pozornost, protože je velmi zajímavou plodinou, jejímž pěstováním lze docílit vyšší diverzifikace v současnosti pěstovaných plodin.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo:

1) V literárním přehledu:

- Popsat agrotechniku pěstování a sklizně povolených odrůd konopí
- Charakterizovat povolené odrůdy konopí

2) V experimentální části:

- Založit a vyhodnotit experimentální pokusy ve spolupráci se soukromým subjektem
- Interpretovat výsledky, doporučení pro pěstitele

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Legislativa pěstování konopí v České republice

Pěstování konopí je v České republice ošetřeno zákonem č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon zakazuje pěstovat druhy a odrůdy konopí s obsahem látek ze skupiny tetrahydrokanabinolů (Δ^9 -THC) vyšším než 0,3 %. Výjimku tvoří pěstování konopí pro léčebné použití na základě licence udělené Státním ústavem pro kontrolu léčiv. Tento zákaz se však také dle výše uvedeného zákona „*nevztahuje na pěstování konopí pro výzkumné účely, šlechtění odrůd, zachování genetické rozmanitosti vědeckými a výzkumnými pracovišti zřízenými zákonem nebo státem vymezené v povolení k zacházení*“.

Pro pěstování konopí o celkové ploše větší než 100 m² platí ohlašovací povinnost. V takovém případě je nutné předat písemně či v elektronické podobě do konce května hlášení místně příslušnému celnímu úřadu podle místa pěstování s uvedením výměry pozemků osetých konopím v příslušném kalendářním roce, včetně názvu odrůdy, čísla parcely, názvu a čísla katastrálního území, identifikačního čísla půdního bloku nebo dílů půdního bloku evidence půdy a s odhadem výměry pozemků, na kterých bude pěstováno konopí v dalším roce. Další hlášení se podává v průběhu vegetace a sklizně konopí, a to nejpozději do 5 dnů před provedením. Do konce prosince příslušného kalendářního roku je nutné ohlásit výměru pozemků, které byly osety konopím a ze kterých bylo konopí sklizeno, množství sklizeného konopí a semene, hmotnost, sklizňový rok prodaného nebo jinak převedeného konopí a identifikační údaje nového nabyvatele.

Uvedené formuláře stanovilo vyhláškou č. 151/2005 Sb. Ministerstvo financí a Ministerstvo zemědělství a jsou uvedeny v přílohách uvedené vyhlášky.

Fyzické osobě lze za nesplnění ohlašovací povinnosti udělit pokutu do 100 000 Kč a za uvedení nesprávných či neúplných údajů pokutu do 200 000 Kč. Blokově lze uložit pokutu do 5 000 Kč. Tyto přestupky v prvním stupni projednává Celní správa České republiky. Pokuty jsou vybírány a vymáhány orgánem, který je uložil a jsou příjmem státního rozpočtu (ZÁKON Č. 167/1998).

Celní úřady předávají jednotlivá hlášení osob pěstujících konopí Policii České republiky a Generálnímu ředitelství cel. Generální ředitelství cel následně sděluje údaje do přesně určeného data Ministerstvu zemědělství a Ministerstvu zdravotnictví (ZÁKON Č. 167/1998).

3.2 Pěstební technologie a odrůdy konopí

3.2.1 Agroekologické požadavky a délka vegetace

Konopí je možné použít jako pionýrskou rostlinu na plochách, které jsou převedeny do kategorie orná půda a také v marginálních oblastech. Lze jej pěstovat do nadmořských výšek kolem 450 m n. m (ANONYM, 2007).

Vzhledem k velké přizpůsobivosti se konopí může pěstovat v oblastech s různou zeměpisnou šířkou. Roste hlavně v zemích s mírným klimatem. Konopí potřebuje ve vegetačním období 250 – 300 mm srážek. Hlavně v první fázi růstu potřebuje dostatek vody, později může odolávat přechodnému suchu. Nedostatek vody v době kvetení však může kvetení přerušit a následně tak posunout sklizeň semene. Na vytvoření 1 kg sušiny konopí potřebuje 300 – 500 l vody. Je teplomilnou rostlinou s vegetační tepelnou konstantou (tj. součet průměrných denních teplot od zasetí po dozrání) při pěstování na vlákno 1800 – 2000 °C a na semeno 2200 – 2500 °C. V době setí by měla mít půda alespoň 10 °C. Ke klíčení semene dochází při teplotě 2 – 3 °C a v době vzcházení konopí odolává mrazíkům do - 6 °C, na nižší teploty je však konopí do stádia pěti párů listů citlivé. Chladno v prvních fázích vývoje zpomaluje růst a má nepříznivé působení na následný vývoj rostliny. Optimální teplota je pro porost konopí mezi 19 a 25 °C. Konopí je převážně krátkodenní rostlina, jejíž vývojové fáze jsou rychlejší v oblastech s krátkým dnem. Začíná kvést při délce dne 12 hodin a méně, při delší délce dne je kvetení značně zpožděné, dochází k prodloužení vegetativní fáze, která zvyšuje množství biomasy. Kritická délka dne je 8 – 10 hodin. Na zkrácení délky dne reaguje konopí snížením délky rostlin (KÁRA a kol., 2005; HONZÍK a kol.; 2012; BOULOC, 2013; RUMAN, 2013; SINGHT, 2013; KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

Jednodomé genotypy kvetou dříve než dvoudomé a mezi dvoudomými rostlinami samičí kvetou dříve než samčí (SINGHT, 2013).

Pěstování jižních odrůd na severu se ukázalo být efektivní pro zvýšení produkce vlákna (SINGHT, 2010).

Na půdu má konopí značné nároky. Pro jeho pěstování jsou nejvhodnější půdy úrodné, hluboké, dobře zpracovatelné, hlinité a hlinitopísčité s nízkou spodní vodou. Konopí vyžaduje půdy dobře vyhnojené, s bohatou zásobou humusu. Lze ho pěstovat i na zúrodněných slatinách, rozoraných loukách či vysušených rybnících. Kyselé půdy nesnáší, nejlepší jsou půdy neutrální až slabě zásadité (pH mezi 6 až 8). V případě nízkého pH se doporučuje vápnění půdy. Lze jej pěstovat i na horších půdách v chladnějších oblastech, ovšem výnosy jsou zde nižší (HONZÍK a kol., 2012; BOULOC, 2013; KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

Porost konopí může sloužit jako indikátor vyrovnanosti půdy, protože pokud je konopí vyseto na půdách, které jsou z části kyselé, studené, vlhké s vysokou hladinou spodní vody, horské, mělké, šterkovité, vysychavé vápenité a velmi těžké hlíny nedaří se mu v růstu, protože takové půdy jsou pro jeho pěstování nevhodné (ANONYM, 2007).

Pro pěstování konopí jsou méně vhodné nechráněné polohy v oblastech se silnými větry, kde mohou rostliny při velkém výparu vody z půdy trpět suchem.

Délka vegetace závisí na odrůdě a typu konopí. V našich podmínkách pěstujeme konopí na vlákno 110 – 130 dnů, na květ 140 – 150 dnů a na semeno 150 – 160 dnů (RUMAN, 2013).

Pozdní odrůdy konopí na vlákno může růst do výšky 4,0 – 5,0 m za 160 – 200 dní (SINGH, 2010).

Rostlina konopí dosáhne délky 90 cm za 30 dní při teplotě 19 °C, ale při teplotě 10 °C až za 90 dní (BOULOC, 2013).

3.2.2 Pěstební technologie

3.2.2.1 Zařazení do osevního postupu

Konopí není náročné na zařazení do osevního postupu. Nejlepší předplodiny jsou okopaniny, luskoviny, jetel, vojtěška, kukuřice, tedy takové plodiny, které zanechávají půdu čistou, kyprou a dobře zásobenou živinami, zvláště dusíkem. Běžné

je i jeho zařazení mezi dvě obilniny a dobře snáší i pěstování po sobě (KOCOURKOVÁ a kol., 2014). Pro náročné zemědělské plodiny je dobrou předplodinou, protože půda je po konopí čistá a v dobrém stavu (HONZÍK a kol., 2012).

Konopí přerušuje životní cykly těžko zvladatelných plevelů ve Francii například sveřepu jalového (*Bromus sterilis*) a psárky polní (*Alopecurus myosuroides*) v obilninách a katráníčky různolisté (*Calepina irregularis*) nebo kokošky pastuší tobolky (*Capsella bursa-pastoris*) v řepce. Konopí je vhodné pro pěstitele cukrové řepy, kde může snižovat výskyt hlístic v půdě. Ekologičtí zemědělci oceňují schopnost konopí zanechávat půdu na podzim bez plevelů a zlepšovat půdní strukturu (BOULOC, 2013).

3.2.2.2 Příprava půdy a setí

Důkladná příprava půdy je jednou z podmínek pro dosažení dobrých výnosů. Důležité je zabezpečit požadavky konopí na vodní, vzdušný a živinný režim a myslet zejména na slabý počáteční rozvoj kořenové soustavy a citlivost rostlin na zaplevelení v počátku jejich růstu. Půdní struktura by neměla být utužená ale stále dostatečně hladká. Rozvoj rostoucího kořene je snadno zastaven překážkami jakými jsou zhutnělé vrstvy nebo tzv. „pánve“. V takovém případě se kořen stáčí do tvaru písmene L, který snižuje jeho účinnost v době sucha. Po předplodině se provádí nejlépe ihned podmínka a na podzim se co nejdříve provádí orba v hloubce 25 – 30 cm. Následně se půda nechá v hrubé brázdě. Na jaře před setím se půda pečlivě připraví podobně jako pro jiné jarní plodiny. Doporučuje se půdu smykovat nebo vláčet z důvodu urovnání půdy a eliminace ztrát vláhy a podle potřeby lze kypřit spolu se zapravením průmyslových hnojiv. Při předseťové přípravě lze využít kombinátory. Před setím je vhodné na hloubku setí povrch zkypřit (KÁRA a kol., 2005; HONZÍK a kol., 2012; BOULOC, 2013).

Půdy s vysokým obsahem jílu by měly být orány nebo vláčeny na konci podzimu nebo na začátku zimy, aby se v průběhu zimního období optimalizovala půdní struktura. Pokud je půda jílovito-písčítá, může se orba provést až na jaře. V suchých oblastech by mělo být strniště na podzim zaoráno, aby se uchovala voda.

Povrchová úprava na začátku jara, kdy je půda suchá zajistí vyklíčení plevelů, které se mohou následně odstranit mechanicky nebo neselektivními (totálními) herbicidy (BOULOC, 2013).

Konopí se vysévá v druhé polovině dubna až začátkem května, obvykle od 10. 4. do 10. 5. ale lze jej vysévat podle oblasti a průběhu počasí i později (HONZÍK, 2007). Nižší teploty v zemích severní Evropy posouvají termín setí až do června (SINGH, 2013). KUBÁNEK (2009) uvádí, že při pěstování konopí na vlákno nebo zelenou hmotu se seje do řádků širokých 12 – 15 cm a při pěstování na semeno se seje do řádků o šířce 15 – 30 cm. Výsevek při pěstování na vlákno je 100 kg, na vlákno i semeno 80 kg a na semeno 20 – 30 kg. Naopak HONZÍK a kol. (2012) uvádí šířku řádků při pěstování na vlákno či na hmotu 12,5 – 25 cm, na semeno 25 – 50 cm a výsevek při pěstování na vlákno pouze 50 – 80 kg/ha, na vlákno i semeno 35 – 70 kg/ha a jen na semeno 20 – 35 kg/ha. Hloubka setí je 2 – 3 cm. ANONYM (2007) však uvádí hloubku setí 3 – 4 cm, z důvodu zvýšení vzcházivosti a zlepšení odolnosti kořenového systému.

V případě pěstování na vlákno se využívá větší výsevek z důvodu zajištění vyšší hustoty porostu (KONOPA, 2016).

Při pěstování na vlákno se konopí seje do úzkých řádků, aby se se snížilo rozvětvení, zvýšila výška stonku a procento lýkových vláken. Při pěstování na semeno se konopí seje dál od sebe, aby se podpořilo větvení a vyšší tvorba semen (FORTENBERY A BENNETT, 2004).

BOULOC (2013) uvádí, že z hlediska výskytu plevelů nezáleží, zda je semeno vyseto do řádku nebo na široko.

Konopí se vysévá užitím mechanických zařízení s variabilním nastavením hustoty porostu 100 – 300 rostlin/m². Optimální hustota porostu je zaznamenána okolo 100 rostlin na metr čtvereční, protože tak to poskytuje maximální zachycení slunečního záření. Vzhledem k vysoké konkurenci mezi jednotlivými rostlinami se celková biomasa v období kvetení prokazatelně nemění se zvyšující se hustotou porostu. Pro vyšší produkci biomasy je vhodnější hustota 30 – 40 rostlin na metr čtvereční, což také snižuje náklady na osivo (SINGH, 2013).

V současné době se průměrná cena osiva pohybuje od 80 – 120 Kč za 1 kg. Hmotnost tisíce semen (HTS) je obvykle 13 – 18 g a milion klíčivých semen (MKS) je přibližně 15,5 – 18 kg (HONZÍK, 2007).

Po setí se pole zavlažčí a případně zaválí lehkými válci k zajištění rychlého vzejití semene. Během vegetace je vhodné v širokých řádcích plečkovat. Konopí se vyznačuje rychlým růstem, brzy je silně olistěné a dobře potlačuje plevel (ANONYM, 2007; HONZÍK, 2007, KUBÁNEK, 2009).

Při pěstování na semeno je nutné dbát, aby nedošlo k nežádoucímu sprášení v důsledku blízkosti jiných odrůd. Pro zvýšení výnosu je možné plodinu uměle opylovat za pomoci táhnutí napnutého provazu na tyčích ve výšce vrcholů rostlin po řádcích v době kvetení 1/3 samičích rostlin (KÁRA a kol., 2005).

U certifikovaného osiva je minimální prostorová izolace minimálně 1000 m a časová pauza od posledního pěstování jednoho a toho samého druhu na semeno na stejném pozemku je minimálně 5 let (HONZÍK a kol., 2012).

V Jižní Africe a Austrálii kde je klima teplejší a blíže rovníku je možno vysévat konopí 3 – 4 týdny před letním slunovratem, čímž se zajistí dobré kvetení (BOULOC, 2013).

Bylo zjištěno, že kvalita a kvantita plodiny závisí na hustotě porostu. U vybraných odrůd konopí z Rumunska se zjistilo, že se produkce semene zvyšuje se zvyšující se hustotou porostu. Absence srážek způsobuje snížení produkce semen (DAN a kol., 2015).

3.2.2.3 Hnojení

Konopí je náročné na živiny, které vyžaduje ve snadno přístupných formách (KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

V následující tabulce (Tab. 1) je uveden odběr živin v závislosti na účelu pěstování.

Tab. 1 Odběr živin konopí setého v závislosti na účelu pěstování (ANONYM, 2007; UPRAVENO)

Živina	Odběr (kg živin/t)	
	Suchý stonek	Semeno
N	19	64
P	5	17
K	12	42
CaO	15	62

Neexistují data o potřebě síry a dalších mikro a oligoelementů (BOULOC, 2013).

Cílem hnojení je poskytnout rostlině takovou výživu, jakou požaduje k růstu v průběhu své nejaktivnější fáze mezi polovinou května a koncem června (BOULOC, 2013).

Konopí je doporučeno pěstovat na půdě dobře vyhnojené statkovými a průmyslovými hnojivy. Hnůj či kejda se aplikuje v dávce 30 t. ha⁻¹ i více. Dobře působí i zelené hnojení. Minerální hnojiva (P, K, Mg) se mohou aplikovat na podzim z důvodu delšího období pro rozklad a lepší využití rostlinou.

Jak již bylo zmíněno, konopí vyžaduje pro dobré výnosy neutrální až zásaditou půdní reakci. Při nedostatku vápníku se zaorává vápenné hnojivo na podzim nebo přímo k předplodině. V době růstu lze podle potřeby hnojit na list ledkem vápenatým, ovšem dříve než rostliny dosáhnou 10 – 15 cm vzrůstu.

Na jaře se přihnojuje dusíkem v dávce 60 – 100 kg. ha⁻¹ a doplňuje se draslík dávkou 30 – 60 kg. ha⁻¹, který se zapraví. Protože konopí pěstované na semeno potřebuje více fosforu než konopí, které se pěstuje na vlákno, přihnojuje se v případě pěstování konopí na semeno fosforem v dávce 30 – 60 kg. ha⁻¹. Na podzim lze provést zásobní hnojení užitím chlévské mrvy či kompostu, při střední zásobě živin, v dávce 30 – 40 t/ha spolu s 1/3 až 2/3 PK (fosforečných a draselných) hnojiv. Zbylá PK hnojiva a N (dusíkatá) hnojiva se aplikují na jaře. Celou dávku PK hnojiv lze zapravit i na jaře (KUBÁNEK, 2009; HONZÍK a kol., 2012).

Celková dávka dusíku na středních půdách je 80 – 100 kg. ha⁻¹, fosforu kolem 30 kg. ha⁻¹ a draslíku 100 kg. ha⁻¹ (KÁRA a kol., 2005; KUBÁNEK, 2009; KOCOURKOVÁ a kol., 2014).

Draselné hnojení má spolu s dusíkatým hnojením největší vliv na výnos stonků a jakost vláken. Používají se draselné soli nebo síran hořečnato-draselný (KUBÁNEK, 2009).

Dusík je nejdůležitější pro vysoké množství biomasy a produkci vlákna. Vyšší aplikace dusíkatých hnojiv zvyšuje výšku rostlin, biomasu, obsah dlouhých vláken

a poměr samčích a samičích květenství, ale redukuje kvalitu vlákna. Fosfor zvyšuje výnos a odolnost vlákna a také zvyšuje schopnost příjmu dusíku (SINGH, 2013).

Dle KOCOURKOVÉ a kol. (2014) pro sklizeň 10 t.ha⁻¹ stonku a 0,9 t.ha⁻¹ semene konopí odejme 114 kg N, 86 kg P, 123 kg K a 245 kg Ca.

3.2.2.4 Ochrana rostlin

- **Plevelé**

Konopí patří mezi úzkořádkové plodiny, a tak při zapojení porostu je rozvoj plevelů potlačován a zpravidla není nutné provádět herbicidní ošetření. Po vzejití roste relativně velmi rychle, a tak se možnost výskytu plevelů také snižuje. Konopí se také vyznačuje aleopatickým působením na plevelé (KOCOURKOVÁ a kol., 2004).

Než dojde k zapojení porostu, může dojít k převaze plevelů především z čeledi *brassicaceae* a *chenopodiaceae*, jejichž rychlost růstu je vyšší, když podmínky nejsou příznivé pro růst (BOULOC, 2013).

V případě silnějšího výskytu plevelů je nutné dodržovat zákon č. 326/2004. Sb. o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. Při aplikaci registrovaných přípravků je doporučena spodní hranice doporučených dávek (KOCOURKOVÁ a kol., 2004).

U řídkých semenářských porostů je možno aplikovat preemergentně přípravek Afalon 45 SC v dávce 1,5 l/ha a proti jednoděložným lze postemergentně aplikovat přípravek Targa super 5 EC v dávce 1,5 – 2 l/ha (HONZÍK a kol., 2012).

Lze také využít meziřádkové kypření půdy, které kromě ničení plevelů ovlivňuje také vodní a vzdušný režim půdy pozitivně působící na mikrobiální činnost a výživu rostlin (ANONYM, 2007).

V mnoha produkčních oblastech Francie je opakujícím se problémem zamoření zárazou větevnatou (*Orobanche ramosa*), nezelenou dvouděložnou rostlinou, která parazituje kromě konopí i na jiných plodinách a nekulturních rostlinách, na které zatím neexistuje řešení (BOULOC, 2013).

- **Choroby a škůdci**

Ačkoliv se konopí vyznačuje svou odolností vůči chorobám a škůdcům, můžeme se na porostech setkat například s dřepčikem chmelovým (*Psylliodes attenuata* Koch.), housenkami můry gama (*Autographa gamma* L.), mšicí konopnou (*Phorodon cannabis* Pass.), zavíječem kukuřičným (*Ostrinia nubilalis* Hubn.) či zavíječem konopným (*Grapholita sinana*).

Z chorob napadajících stonky a kořeny se nejčastěji na konopí vyskytuje plíseň šedá (*Botrytis cinerea* Pers.), fusariosa (*Giberella pulicaris* (Fr.) Sacc.), rakovina, případně některé choroby virového původu. Virózy se projevují tvarovými i barevnými odchylkami a jsou nejčastěji přenášeny mšicí konopnou. Za nejnebezpečnější chorobu lze považovat bílou (sklerociovou) hnilobu, jejíž původcem je hlízenka obecná (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Masse) (KOCOURKOVÁ a kol., 2004; KUBÁNEK, 2009).

Z listových chorob se na konopí běžně vyskytuje například septorióza.

Na konopí je možný i výskyt fyziologických (neparazitálních) chorob jako je zakrslý růst způsobený nedostatkem živin nebo jen nedostatkem dusíku, nebo kaliová mozaika konopí z nedostatku draslíku, způsobující prodloužení vegetační doby a opoždění kvetení (KOCOURKOVÁ a kol., 2004; KÁRA a kol., 2005).

Významným škůdcem konopí při dozrávání semen je také ptactvo.

Nové odrůdy vykazují vysokou odolnost vůči výše uvedeným škůdcům a chorobám a významným preventivním opatřením je také nepěstovat konopí delší dobu na stejném stanovišti (KUBÁNEK, 2009).

Jak také uvádí HONZÍK a kol. (2012): „Vzhledem k malým výměrám nedochází k významnému rozšíření chorob ani škůdců proto se s ochranou fungicidy ani pesticidy zatím nepočítá“.

Díky tomu, že při pěstování konopí není třeba užití pesticidů, napomáhá tak rozvoji a funkčnosti půdní mikroflóry, a to podporuje rozvoj půdní mikrofauny, která zvyšuje úrodnost a funkčnost půdy (BOULOC, 2013).

3.2.2.5 Sklizeň

Samčí a samičí květenství konopí se tvoří na oddělených rostlinách v polních podmínkách s poměrem blížícímu se 1:1. Samčí rostliny produkují okolo 18 – 20 % vláken suché hmoty a samičí rostliny 15 – 16 %. Vlákna ze samčí rostliny navíc vykazují větší elasticitu a pevnost, a proto jsou samčí rostliny preferovány pro produkci vlákna a samičí pro produkci semen. Protože samčí a samičí rostliny dozrávají rozdílně o 30 – 40 dní, doba sklizně může být řízena více flexibilně (SINGH, 2010).

Rostliny jsou tedy dvoudomé ačkoli někdy se mohou objevit i rostliny jednodomé. Dvoudomé konopí produkuje více vlákna než jednodomé. Květenství se prvně objevuje samčí, ale samičí květenství zůstává až do dozrání semen. Plod je nažka, která neobsahuje albumin a má jedno semeno. Po dozrání oplodí praská a odděluje se od osemení semene (SINGH, 2013).

Doba sklizně je určena záměrem pěstování. Sklizeň konopí na vlákno začíná od poloviny srpna, tedy on plného květu samčích rostlin, kdy se zbavují pylu, až po 1 až 2 týdny po jejich odkvětu při zelené zralosti semen po pylovém spadu a při počátku opadávání listů. Začátek sklizně konopí na semeno začíná od poloviny září, kdy jsou semena v dolní polovině květenství v plné zralosti, ve střední části ve voskové zralosti a na vrcholku zelená. Sklizeň probíhá před dozráním všech semen, aby se zamezilo ztrátám způsobeným výdrolem. V případě kombinované sklizně na krátké vlákno a semeno se sklízí na přelomu září a října, kdy jsou rostliny na vrcholcích zelené (KÁRA a kol., 2005; ANONYM, 2007).

Dříve se konopí za účelem produkce vlákna sklízelo celé pomocí kos a srpů, a to při květu samčích rostlin. Později se sklízelo pomocí žacích lišt, samovazačů či speciálních strojů. Konopí se nechalo na poli k předsušení a následně se vázalo do otepí, které se skládaly do panáků. Po usušení byly otepi dopraveny ke zpracování máčením, napomáhající množení bakterií a jednobuněčných hub, které rozkládají pektinové vrstvy vláken. Máčená sláma byla sušena a tírensky zpracována. Takto se získalo velké množství dlouhých vláken pro textilní průmysl. Modifikace tohoto způsobu tzv. aerobní máčení se využívá v Číně a v Rumunsku. Tato úprava před získáním vlákna je známa také z Egypta. V EU se nikde kromě Rumunska tento způsob uvolňování vlákna nevyužívá (HONZÍK, 2007).

Nyní se ke sklizni konopí na vlákno často využívají kombinované stroje, které oddělují semeno a stonky s listím vracejí zpět na pole k jejich doschnutí na optimální vlhkost 15 – 20 %.

V Holandsku je konopí sklízeno upravenou sklízecí řezačkou na kukuřici, která konopí odřezává a zároveň pořezává na délku 500 – 600 mm a odkládá na strniště do řádků. Segmenty stonků se obracejí po třech dnech po dobu 14-ti dnů a po doschnutí se sbírají sběracím lisem na obří balíky. V Německu se při sklizni řezačkou používá dvojité nůž a následuje „polní máčení“. Tento proces trvá 4 – 5 týdnů a působením bakterií dochází k oddělení lýkové od dřevní části stonku. Oddělené vlákno se následně lisuje do balíků. Z vyroseného stonku částečně odpadává pazdeří, které zůstává na poli jako hnojivo.

Konopí na semeno se běžně sklízí sklízecí mlátičkou s odstředivým separačním ústrojím a s vysokým nastavením žací lišty. Jak již bylo zmíněno, rostliny jsou sečeny v době kdy jsou semena ve spodní polovině květenství samičích rostlin v plné zralosti a v horní polovině v mléčné zralosti. Vhodné je sklízet brzy ráno, nebo za vlhka, aby nedošlo k nadměrnému vypadávání semen (KOCOURKOVÁ a kol., 2004; KÁRA a kol., 2005).

Sklizeň konopí byla v ČR dlouho jedním z nejslabších článků pěstování konopí, z důvodu absence vhodných mechanizačních prostředků. Největší problém představují dlouhá a pevná vlákna ze stonku, která se při použití běžných sklízecích strojů bez úpravy namotávají na otočné části. Nákup drahých strojů na sklizeň konopí je pro malopěstitele nevýhodné, a proto byl již v roce 1995 ve VÚZT Řepy ve spolupráci s JZD Žichlínek vyvinut sklízecí adaptér na nosič nářadí, který stonky krátil na délku 0,6 až 1 m. Dnes již tuto operaci zajišťuje řada strojů různých firem.

Pro produkci vlákna bylo firmou Tebeco ve spolupráci s firmou Canabia a.s. vyvinuto zařízení Clipper 4,3 MMH s až čtyřmetrovými žacími lištami se speciálními typy žabek, které krátí stonky na délku 1 m. Toto zařízení ve spojení s traktorem dosahuje vysokého výkonu při sklizni a to až 6 ha/hod a provozuje jej firma Canabia.

Pro sklizeň stonků a zrna v Německu vyvinuli kombajn Deutz Fahr 4080 HTS s vpředu nesenou upravenou řezačkou Kemper, která má výkon 1 – 2 ha/hod. Jeden

z prototypů u nás vlastní firma Hemp-production, která tento stroj i pronajímá (ANONYM, 2007).

Pro sklizeň celého porostu lze použít dvoububnová travní sekačka VICON 168 s úpravou pro sklizeň konopí ukládající celé rostliny do řádku, žací řezačka Agro nesená na SPS 35 TORON pořezávající rostliny na délku 52 mm a taktéž ukládající do řádku nebo žací stroj SMU 2 s v předu nastavitelnou lištou s protiběžnými kosami, který seče rostliny v patrech a s vzadu umístěnou travní lištou. Na traktor lze umístit až čtyři lišty, které sekají v různých patrech (KÁRA a kol., 2005).

Standardní vlhkost konopí lisovaného do balíků je 12 – 16 %, proto je nutné stonky na poli alespoň jednou obrátit nejlépe jednokotoučovým širokozáběrovým rotačním obrabečem. Pro produkci balíků lze užít například upravený lis New Holland K1 produkující hranaté balíky o velikosti 2,5 x 0,8 x 1,2 m a hmotnosti 550 kg s max. výkonem 4 ha/hod. nebo lis Vicon RF 119 produkující válcové balíky s hmotností cca 250 kg, kterých lze vyprodukovat 30 – 45 balíků/ha (ANONYM, 2007).

Pro sklizeň semene lze využít obilní kombajn CASE IH s odstředivými vytrásadly, který umožňuje vysoké nastavení sekací lišty (KÁRA a kol., 2005).

Semeno prochází čištěním a tříděním na obilních čističkách a následně se suší na optimální vlhkost 8 %, aby nedocházelo k zapaření a plesnivění (KÁRA a kol., 2005; ANONYM, 2007).

3.2.3 Odrůdy

V současné době jsou u nás registrovány 3 odrůdy technického konopí. Maďarské odrůdy Antal a Monoica a polská odrůda Bialobrzeskie. Tyto odrůdy jsou uvedeny v Seznamu odrůd zapsaném ve Státní odrůdové knize (SEZNAM ODRŮD, 2016).

- **Odrůda Bielobrzeskie**

Polská jednodomá středně raná odrůda registrovaná v roce 2008. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Samčích rostlin je v porostu málo. Výnos nemáčeného stonku je nízký. Obsah Δ^9 -THC výrazně pod hranicí 0,2 %. Mezi její přednosti patří střední až středně vysoký výnos celkového vlákna a vysoký obsah vlákna.

- Odrůda Monoica
Maďarská jednodomá polopozdní odrůda, která má středně vysoké až vysoké rostliny a byla u nás registrována v roce 2009. Výskyt samčích rostlin nízký až střední. Výnos nemáčeného stonku je u této odrůdy středně vysoký. Tato odrůda má středně vysoký výnos celkového vlákna i obsah vlákna. Obsah Δ^9 -THC je výrazně pod hranicí 0,2 %.

Obě odrůdy zastupuje v České republice Agritec, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o.

- Odrůda Antal
Maďarská dvoudomá polopozdní až pozdní odrůda registrována v roce 2013. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Hodně samčích rostlin. Odrůda má střední až středně vysoký výnos celkového vlákna, avšak obsah celkového vlákna ve stonku je nízká. Obsah Δ^9 -THC pod hranicí 0,2 % (HOLUBÁŘ a kol., 2014; SEZNAM ODRŮD, 2016).

Na našem území lze také pěstovat i jiné odrůdy povolené v Evropské Unii, uvedené ve Společném katalogu odrůd konopí dostupném na webových stránkách Celní správy České republiky. K datu 10. 11. 2016 je zde vedeno celkem 55 odrůd, včetně třech výše uvedených registrovaných na našem území (CELNÍ SPRÁVA, 2016).

Nejčastěji se zde pěstují polské, francouzské a ukrajinské odrůdy středoevropského konopí, které dosahují vysokých výnosů vláken i semen při zachování nízkého obsahu THC (tetrahydrocannabinol) (RUMAN, 2013).

3.2.4 Výnos konopí

Výnos suché hmoty stonků se pohybuje mezi 8,5 – 10,5 t. ha⁻¹ při délce stébel 225 až 300 cm, z toho vlákna 2,1 – 3,0 t. ha⁻¹ a pazdeří do 5 t. ha⁻¹. Výnos semene je 0,6 až 0,8 t. ha⁻¹, u semenářských porostů až 1,5 t. ha⁻¹. V České republice je průměrný výnos konopí 6 – 8 t. ha⁻¹, ovšem volby vhodných ploch a optimalizací výživy lze dosáhnout výnosů až 12 t. ha⁻¹ (ANONYM, 2007; KONOPA, 2016).

3.3 Pěstování konopí ve světě

Z důvodu rostoucího zájmu o konkurenční průmyslová odvětví a prohibičních opatření vyplívajících z mezinárodních dohod o kontrole drog docházelo od 50. let 20. století k útlumu pěstování konopí v zemích západní Evropy i jinde ve světě (RUMAN, 2013). Pěstební plochy byly zachovány jen ve Francii a v menší míře ve Španělsku (ANONYM, 2007).

V dobách tzv. studené války byl největším světovým pěstitelem Sovětský svaz, kde se v roce 1970 pěstovalo konopí na ploše 300 000 ha. Nejvíce se pěstovalo na Ukrajině, v Kurském a Orelském regionu Ruska a na hranicích s Polskem.

Od konce 60. let do konce 20. století pěstební plochy konopí klesaly. Od roku 1969 do roku 1997 došlo ke snížení světové produkce konopných vláken z 300 000 tun na 69 000 tun a výnosy semene z 80 000 tun na 37 000 tun (RUMAN, 2013).

V 2. polovině 80. let docházelo v zemích bývalého východního bloku k útlumu pěstování i zpracování a po roce 1989 došlo k zastavení většiny provozů a konopářství se nyní v těchto zemích až na několik výjimek provádí jen na výzkumnické úrovni.

V 70. letech se v západní Evropě stala konopářskou velmocí Francie, díky vyšlechtění odrůd se s níženým obsahem THC a z Francie se pěstování dále rozšiřovalo i do dalších zemí Evropy.

Od počátku 90. let probíhaly ve velké Británii, Holandsku, Německu, Finsku, Itálii a v dalších zemích pokusy s odrůdami technického konopí (ANONYM, 2007).

Od roku 1992 se technické konopí legalizovalo v Německu, Velké Británii a v dalších zemích a zařadilo se mezi podporované zemědělské plodiny. Poslední zemí EU, kde je umožněno pěstovat konopí se sníženým obsahem THC se stalo roku 2013 Řecko (RUMAN, 2013).

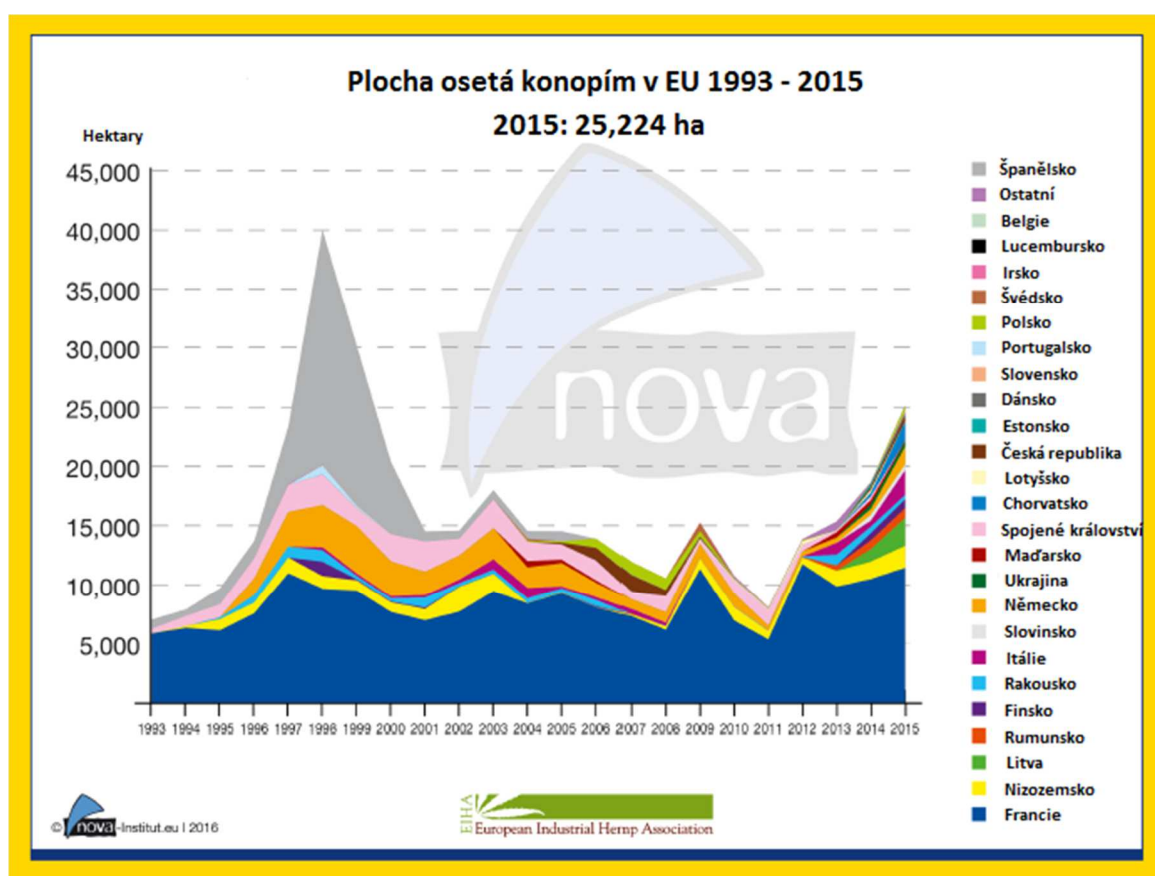
V Německu bylo pěstování konopí obnoveno v roce 1996 a v prvním roce bylo touto plodinou oseto asi 1422 ha. V roce 1998 došlo k nárůstu ploch na více než dvojnásobek. V roce 2006 však díky snížení podpor klesla výměra konopí na 1233 ha.

Ve Francii se v roce 1999 pěstovalo konopí na 11 000 ha a ve Španělsku na ještě větší ploše, ovšem nárůst ploch ve Španělsku v letech 1997 až 1999 byl jen uměle vyvolán podvody s dotacemi (ANONYM, 2007).

Francie a Velká Británie jsou největšími pěstiteli konopí v EU a hlavními dodavateli podestýlky pro chovatele ušlechtilých koní. Francie je také hlavním dodavatelem osiva konopí pro země EU (ANONYM, 2007; RUMAN, 2013).

Následující graf (Obr.1) ukazuje vývoj pěstebních ploch konopí v zemích EU v letech 1993-2015.

V roce 2011 klesla pěstební plocha nejvíce od roku 1994 na cca 8000 ha ale v následujících letech se opět zvyšovala. V roce 2016 byl očekáván její další nárůst. Z grafu je patrné, že největšími pěstiteli konopí v EU jsou v současné době Francie a Nizozemí. V posledních letech mnoho nových evropských zemí začalo pěstovat konopí nebo rozšiřovat své osevňovací plochy, a to především pro produkci semene (CARUS A SARMENTO, 2016).



Obr. 1 Vývoj pěstebních ploch konopí v zemích EU od roku 1993 (CARUS A SARMENTO, 2016; UPRAVENO)

Celosvětově je v současné době největším pěstitelem konopí Čína. V roce 2010 zde bylo pěstováno konopí především pro produkci vlákna na 25 000 hektarech. Snahou je zvýšit pěstební plochy až na 1,3 milionu hektarů s produkcí až 2 milionu tun vláken, aby mohlo dojít ke snížení ploch bavlny. Čína je zároveň i největším producentem konopného semene importovaného do Evropy a Severní Ameriky. Vyváží také konopný textil a jemu příbuzné produkty. Produkce Číny tvoří asi jednu pětinu světové produkce. (RUMAN, 2013; JOHNSON, 2017).

Druhým největším pěstitelem konopí na světě je Kanada. Konopí se zde v roce 2013 nacházelo na 27 000 hektarech, z nichž asi 80 % bylo pěstováno na semeno (RUMAN, 2013). Kanada je také největším exportérem a také hlavním dodavatelem potravin založených na konopí, konopných surovin a dalších s tím spojených produktů do Spojených států (JOHNSON, 2017).

Konopí se ve světě pěstuje také například v Austrálii a na Novém Zélandu, v Jihoafrické republice, Chile aj. Spojené státy americké ovšem stále komerční pěstování konopí blokují, v některých státech je však povoleno pěstování pro vědecké účely. Slovenská republika má obdobný přístup. Ve slovenské legislativě se nerozlišují odrůdy dle obsahu THC a k pěstování se zde přistupuje jako k potenciální přípravě omamných a psychotropních látek (ANONYM, 2007; SINGH, 2010).

3.4 Pěstování konopí v České republice

Nejvíce se konopí na našem území pěstovalo v 18. století. Po 1. světové válce byly osevní plochy ještě kolem 9000 ha, v roce 1921 dokonce 12 000 ha, avšak v roce 1930 plochy s konopím klesly kvůli hospodářské krizi na 4500 ha. V roce 1935 osevní plochy opět vzrostly na 7394 ha. V roce 1955 byly osevní plochy už jen 220 ha a v dalších letech bylo pěstování přesunuto na jižní Slovensko. V roce 1979 plocha dosahovala 2172 ha (KÁRA a kol., 2005; ANONYM, 2007).

V České republice bylo pěstování obnoveno v roce 1999 zákonem č. 167/1998 Sb. o návykových látkách.

Osevní plochy se dlouho držely na úrovni kolem 200 hektarů převážně semenářských porostů pro účely kosmetických firem a krmivářství, až po roce 2004 vzrostly na 400 hektarů. Pěstovalo se na Šumpersku, Českobudějovicku, Teplicku, Rakovnicku a Chomutovsku.

V roce 2007 se Česká republika s 1800 hektary osevních ploch dostala na 3. místo v pěstování konopí v Evropě, avšak následně kvůli hospodářské krizi došlo k úpadku tohoto sektoru a v dalších letech došlo k poklesu osevních ploch opět na úroveň kolem 200 hektarů (RUMAN, 2013).

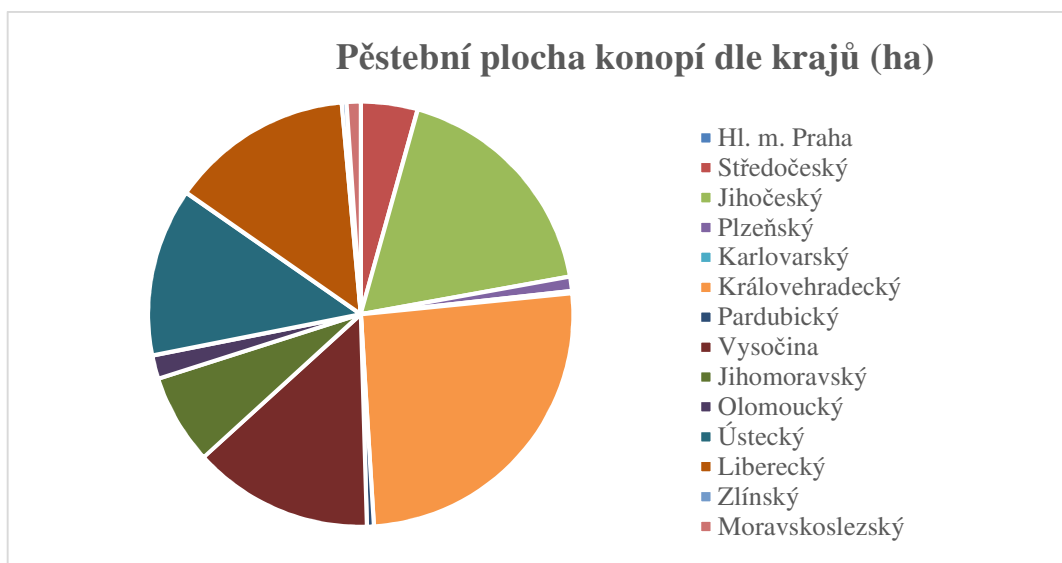
Dle ANONYM (2007) bylo v letech 2002 a 2003 oseto konopím cca 100 ha, v roce 2004 307 ha, v roce 2005 156 ha, v roce 2006 pěstovalo 25 pěstitelů konopí na ploše 1155 ha.

Následující tabulka (Tab. 2) a graf (Obr. 2) ukazují plochy osevů konopí k 31. 5. 2016 podle jednotlivých krajů.

Tab. 2 Plocha osevů konopí k 31. 5. 2016 podle krajů (ČSÚ, 2016; VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Kraj	Hl. m. Praha	Středočeský	Jihočeský	Plzeňský	Karlovarský
Plocha (ha)	0	24	99	6	1
Kraj	Královehradecký	Pardubický	Vysočina	Jihomoravský	Olomoucký
Plocha (ha)	142	3	76	38	10

Kraj	Ústecký	Liberecký
Plocha (ha)	71	77
Kraj	Zlínský	Moravskoslezský
Plocha (ha)	2	6



Obr. 2: Grafické znázornění plochy osevů konopí k 31. 5. 2016 podle krajů (ČSÚ, 2016; VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Z tabulky (Tab. 2) je patrné že nejvíce osetých ploch konopím bylo k datu 31. 5. 2016 zaznamenáno v Královéhradeckém kraji (142 ha), následně v kraji Jihočeském (99 ha) a Libereckém (77 ha). Naopak v Hlavním městě Praha nebylo zaseto žádné konopí a dále bylo nejméně naseto konopí v kraji Karlovarském (1 ha) a Zlínském (2 ha).

Další tabulka (Tab. 3) ukazuje vývoj osevních ploch konopí v ČR včetně množství sklizeného konopí a z těchto údajů vypočítaný výnos konopí. Údaje o sklizni v roce 2014 jsou nedostupné.

Tab. 3 Vývoj ploch, sklizeného konopí a výnosů konopí v ČR v letech 2011 – 2016 (ČSÚ, 2012 – 2017; VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ)

Rok	Plocha (ha)	Sklizeň (t)	Výnos (t/ha)
2016	556	601	1,08
2015	427	649	1,52
2014	127	-	-
2013	280	860	3,07
2012	213	393	1,85
2011	299	557	1,86

Z údajů z let 2011 – 2016 (Tab. 3) je patrné, že největší plocha oseta konopím v ČR byla v roce 2016 (556 ha) a nejmenší plocha oseta konopím byla v roce 2014 (127 ha). V posledních dvou sledovaných letech byl zaznamenán nárůst osetých ploch. Nejvíce konopí se sklídilo v roce 2013 a to 860 tun z 280 zasetých hektarů konopí, tudíž výnos z jednoho hektaru byl 3,07, tj. nejvíce ze všech sledovaných let.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Nádobový pokus v Botanickém ústavu AV ČR, v. v. i.

V rámci CK Bioraf (TAČR, TE01020080) byl v Botanickém ústavu Akademie věd České republiky, v. v. i. v Průhonicích ve dnech 28. – 29. 1. 2016 založen nádobový pokus s cílem zjistit vliv mykorhizy hub rodu *Glomus* na obsah kanabinoidů u dvou odrůd technického konopí.

4.1.1 Založení pokusu

- **Kultivary**

V hrnkovém pokusu byly použity 2 certifikované odrůdy technického konopí.

1. KC Dóra – jednodomá odrůda
2. Kompolti – dvoudomá odrůda

- **Substrát**

Jako pěstební substrát byla použita propařená (vysterilizovaná) směs zeolitu, rašeliny a písku v poměru 1:1:1. Hodnota pH byla zvýšena dolomitickým vápencem (CaCO_3) v dávce 6 ml na květináč.

- **Inokulace**

Inokulace byla provedena směsným inokulem hub rodu *Glomus* – *G. intraradices*, *G. caledonium* a *G. claroideum* (Chomutovská směs).

- **Pěstební podmínky**

Rostliny byly umístěny ve fázi vegetativního růstu ve fóliovníku s fotoperiodou světlo:tma 18:6 a později byly přemístěny do venkovního prostředí, kde byly uměle zatemňovány pro navození indukce kvetení s fotoperiodou světlo:tma 12:12. Zavlažovalo se automatickou kapkovou závlahou v intervalu 1x denně v závislosti na aktuální potřebě rostlin.

- **Hnojení**

Hnojení bylo zajištěno pomalu rozpustným hnojivem Osmocote Pro 5 – 6 M (11 % N – 10 % P – 19 % K + 2MgO (oxid hořečnatý) + TE (trace elements) v dávce 8 g na květináč a v době květu se přihnojovalo fosforem.

Do pěstebního substrátu v každém květináči byl také přidán apatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) v dávce 20 g a rohovina v dávce 12 g.

V následující tabulce (Tab. 4) jsou uvedeny experimentální varianty.

Tab. 4 Experimentální varianty hrnkového pokusu

Č.	Kód	Kultivar	Sterilní substrát	Inokulace	
1		1	+	-	
2		1	+	+	AMFmix
3		2	+	-	
4		2	+	+	AMFmix

Pozn. AMF mix = směs arbuskulárně mykorhizních hub

- 8 květináčů neinokulované varianty odrůdy KC Dora
- 8 květináčů inokulované varianty odrůdy KC Dora
- 8 květináčů neinokulované varianty odrůdy Kompolti
- 8 květináčů inokulované varianty odrůdy Kompolti
+ 16 květináčů navíc u dvoudomé odrůdy Kompolti

U odrůdy KC Dora byl navíc zkoušen v 8 dalších květináčích vliv vyššího (čtyřnásobného) množství fosforu na růst rostlin přidavkem pomalu rozpustného hnojiva Osmocote (4 x větší množství Osmocotu).

Celkem bylo tedy připraveno 56 květináčů.

Tab. 5 Rozmístění jednotlivých variant pokusu u odrůdy Kompolti (Příloha 1)

15K+AMF	15K-	16K+AMF	16K-
13K-	13K+AMF	14K-	14K+AMF
11K+AMF	11K-	12K+AMF	12K-
9K-	9K+AMF	10K-	10K+AMF
7K+AMF	7K-	8K+AMF	8K-
5K-	5K+AMF	6K-	6K+AMF
3K+AMF	3K-	4K+AMF	4K-
1K-	1K+AMF	2K-	2K+AMF

vstup do kóje

Pozn. AMF = arbuskulárně mykorhizní houby

Tab. 6 Rozmístění jednotlivých variant pokusu u odrůdy KC Dóra (Příloha 2)

1D+AMF	2D-4xP	4D-	7D+AMF
1D-	2D+AMF	4D-4xP	6D-
1D-4xP	2D-	5D+AMF	7D-4xP
	3D+AMF	5D-4xP	7D-
	3D-4xP	5D-	8D+AMF
	3D-	6D+AMF	8D-4xP
	4D+AMF	6D-4xP	8D-

vstup do fóliovníku

Pozn. AMF = arbuskulárně mykorhizní houby, 4xP = čtyřnásobná dávka fosforu

Dne 28. 1. 2016 bylo do každého květináče přidáno 20 ml bakteriálního filtrátu a 29. 1. 2016 byla do každého květináče zaseta 3 semena dané odrůdy. Dne 10. 5. 2016 byl do substrátu aplikován lignohumát v dávce 200 ml/ květináč o koncentraci 15 ml/5 l. Od 21. 4. 2016 byl jednou týdně aplikován lignohumát na list v dávce 1,5 ml/l, tj. spotřeba cca 1,5 l na všechny rostliny. Od 22. 4. 2016 byly rostliny zastiňovány v poměru 12:12. a 25. 4. se objevily na odrůdě KC Dora první květní pupeny. Na dvoudomé odrůdě Kompolti se pupeny objevily později a to 9. 5. 2016.

4.1.2 Sklizeň a hodnocení

Sklizeň rostlin konopí probíhala v průběhu měsíce června roku 2016 (Příloha 8). Po sklizni byly květy rostlin usušeny při teplotě do 30 °C a následně podrobeny chemickým analýzám kanabinoidů v laboratoři Ústavu analýzy potravin a výživy na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze.

Chemické analýzy byly provedeny u 6 vybraných rostlin odrůdy Kompolti, u kterých byl zjištěn nejvyšší stupeň kolonizace arbuskulárně mykorhizními houbami (dále AM houby) a u 6 neinokulovaných rostlin. Pro analýzy kanabinoidů z květů odrůdy Kompolti byla použita ultra-účinná kapalinová chromatografie s vysokorozlišovací tandemovou hmotností spektrometrií (U-HPLC-HRMS/MS) podle akreditované metodiky (ISO 17025).

Úroveň kolonizace kořenového systému AM houbami byla po důkladném promytí kořenů stanovena podle standardního protokolu obarvení kořenů Trypanovou modří podle PHILLIPSE a kol. (1970), jehož postup a princip je uveden dále.

4.1.3 Barvení Trypanovou modří

Provádí se buď u kořínků pocházejících ze sondy nebo z celého kořenového systému, kdy se odebírá vzorek reprezentující celý kořenový systém. Pro barvení stačí maximálně 1 až 2 gramy kořínků, které nesmí být příliš dlouhé.

K barvení se používá 10% roztok KOH, 2% roztok kyseliny mléčné, 0,05% roztok trypanové modří a laktoglycerol (dH₂O : 85% glycerin : 80% kyselina mléčná = 2:2:1). Dále je potřeba pinzeta, jemné síto, jednorázové rukavice, kádinka a nádoba na toxický odpad.

Čistý vzorek kořínků se uloží do označené lahvičky, zalije se 10% KOH a zahřívá se na 90 °C po dobu 30 - 40 minut. Následně se vzorek na sítku pod tekoucí vodou promyje a to včetně lahvičky. Vlivem KOH dochází k rozpuštění buněčného obsahu a kořínek se tak stává průhledným, viditelný pod lupou je pouze střední válec. Kořínky vhodné pro další barvení se zalijí 2% roztokem kyseliny mléčné a opět inkubují při teplotě 90°C po dobu 15 – 20 minut. Protože se většina histologických barviv váže na lipidické částice, a to pouze v kyselém prostředí, je nutné kořínky vystavit působení kyseliny, aby se změnila hodnota pH i uvnitř buněk. Po inkubaci se kyselina mléčná

slije, vzorek zalije 0,05% roztokem Trypanové modři v laktoglycerolu a opět se inkubuje při 90°C po dobu 20 minut. Poté se barva nechá ve vzorku zafixovat po dobu 24 hodin při pokojové teplotě 20 – 24 °C. Po fixaci se roztok trypanové modři slije do kádinky, kořínky s lahvičkou se promyjí pod tekoucí vodou a následně se kořínky vrátí zpět do lahvičky, kde se zalijí laktoglycerolem. Roztok trypanové modři je nebezpečná látka, která musí být likvidována jako nebezpečný odpad.

4.2 Polní pokus na Biofarmě Sasov

Na jaře roku 2016 byl pokus kde se sledoval vliv mykorhizy na obsah látek v konopí založen také v polních podmínkách na pozemku Biofarmy Sasov pana Josefa Sklenáře vedeném v režimu ekologického zemědělství.

4.2.1 Příprava půdy a setí

Pole bylo na podzim roku 2015 zoráno šestiradličním pluhem firmy Lemken a na jaře byl aplikován digestát v dávce 20 m³/ha, tj. cca 100 kg dusíku. Příprava půdy byla provedena diskovým podmítačem o záběru 5 m firmy Lemken.

Samotný polní pokus byl založen dne 19. 4. 2016. Před setím bylo do půdy aplikováno secí kombinací s aktivními branami Vitas firmy Pottinger o záběru 3 m inokulum (OffYouGrow) do hloubky 5 cm a následně bylo pole oseto do hloubky 4 cm dávkou 20 kg osiva na hektar (Příloha 10 a Příloha 11).

4.2.2 Materiál

V polním experimentu byly použity 4 certifikované odrůdy technického konopí – Fibrol, Futura, KC Dora a Finola. Byly testovány varianty inokulované přípravkem obsahujícím prospěšné mikroorganismy (OffYouGrow) a neinokulované (kontrolní) varianty.

4.2.3 Test mykorhizního inokulačního potenciálu (MIP)

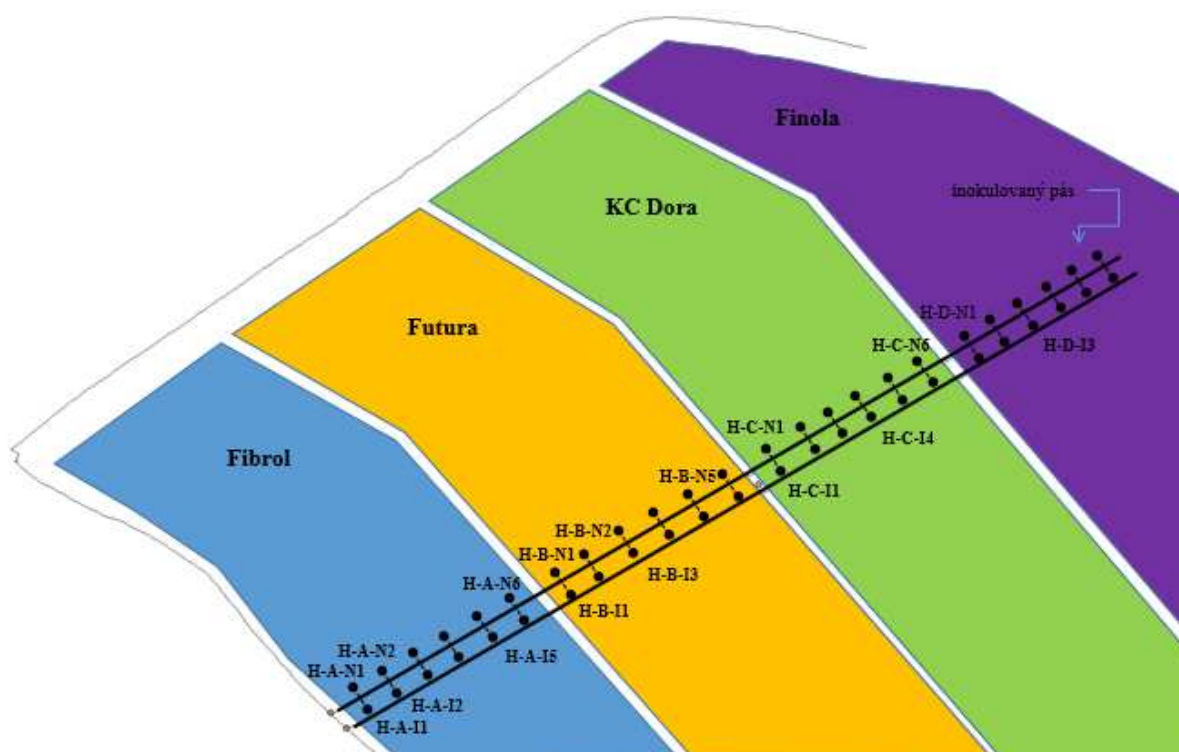
Po inokulaci byl proveden test mykorhizního inokulačního potenciálu (MIP) půdy z pole na kukuřici (Příloha 9).

Ze 3 různých míst na poli byla odebrána inokulovaná a neinokulovaná půdy. Půda z každého vzorku byla rozdělena do 6 sadbovačů a do každého bylo zaseto 1 vysterilizované naklíčené semeno kukuřice. MIP byl po 6 týdnech růstu na kořenech

kukuřice mikroskopicky hodnocen podle standardního protokolu obarvení kořenu Trypanovou modří (viz kapitola 4.1.2).

4.2.4 Odběr vzorků a jejich hodnocení

V průběhu vegetace, tj. 27. 7. 2016 byly odebrány vzorky kořenů inokulovaných a neinokulovaných rostlin od každé odrůdy ke stanovení úrovně kolonizace (Obr. 3).



Obr. 3 Nákres polního experimentu a míst odběrů vzorků kořenů a květenství

Bylo odebráno 6 vzorků kořenů neinokulovaných (označení N) a 6 vzorků kořenů inokulovaných rostlin (označení I), tedy 12 vzorků od každé odrůdy (označení A = Fibrol, B = Futura, C = KC Dora, D = Finola). Odběr vzorků byl prováděn 3,5 m od hranice inokulovaného pásu dovnitř (odběr u inokulovaných rostlin) a 3,5 m od hranice inokulovaného pásu ven (odběr u neinokulovaných rostlin). Jednotlivé páry vzorků byly tedy od sebe vzdáleny 7 m.

Dne 24. 9. 2016 byly na poli odebrány vzorky květenství inokulovaných a neinokulovaných rostlin odrůd Futura (Příloha 12 a Příloha 13), KC Dora a Fibrol, které byly usušeny v sušárně při teplotě do 30 °C a následně podrobeny chemickým

analýzám na VŠCHT Praha. Zjišťován byl obsah CBDA (Kanabidiolové kyseliny), CBD (Kanabidiolu), Δ^9 -THC (Δ^9 -tetrahydrokanabinolu) a THCA (Tetrahydrokanabinolové kyseliny). U každé odrůdy bylo analyzováno 8 vzorků inokulované a 8 vzorků neinokulované varianty, tedy celkem 48 vzorků.

Odrůda Finola však kvůli své ranosti oproti ostatním odrůdám byla sklizena v dřívějším termínu, a tak nebyla analyzována.

Výsledná data z analýz byla staticky vyhodnocena v programu Statistica, verze 12. Pro data, která splňovala požadavky pro parametrické testování byla použita dvoufaktorová analýza rozptylu a významnost rozdílů mezi jednotlivými průměry byla zjišťována Tuckey testem. U dat, které požadavky pro parametrické testování nespĺňovaly byly jednotlivé faktory testovány neparametricky. Rozdíly mezi odrůdami Kruskal-Wallisovým testem a vliv inokulace Mann-Whitneyovým testem. Vliv inokulace pro jednotlivé odrůdy byl testován parametricky pomocí jednofaktorové ANOVY a neparametricky Mann-Whitneyovým testem. Hladina významnosti (p) byla zvolena 0,05.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Výsledky nádobového pokusu

5.1.1 Kolonizace kořenů arbuskulárně-mycorrhizními (AM) houbami

Tab. 7 Kolonizace kořenů AM houbami u odrůd KC Dora a Kompolti

Odrůda	AM houby +/-	Obsah fosforu v substrátu (mg)*	Počet rostlin	AM houby (%)
KC Dora	-	30	5	0,1
KC Dora	+	30	6	1,8
KC Dora	-	120	6	0,0
Kompolti	-	30	10	0,0
Kompolti	+	30	11	33,1

* Množství fosforu uvolněného z pomalu rozpustného hnojiva za celou dobu kultivace

Průměrná kolonizace AM houbami u odrůdy Kompolti byla 33 % a u odrůdy KC Dora pouze 1,77 % pravděpodobně kvůli nepříznivým podmínkám pro kolonizaci na začátku experimentu. U odrůdy KC Dora se neprojevil vliv vyšší dávky fosforu na růst rostlin. Rostliny odrůdy KC Dora měly oproti rostlinám odrůdy Kompolti opožděný růst.

U odrůdy Kompolti byla zaznamenána velmi variabilní úroveň kolonizace mezi jednotlivými rostlinami, proto byly chemické analýzy provedeny pouze u této odrůdy.

5.1.2 Analýzy obsahu kanabinoidů

V následující tabulce (Tab. 8) jsou uvedeny jednotlivé vzorky odrůdy Kompolti, které byly vybrány k provedení analýz na obsah vybraných kanabinoidů.

Tab. 8 Seznam vzorků pro analýzy kanabinoidů – odrůda Kompolti

Vzorek	Hmotnost vzorků (květenství) [g]	Kolonizace AMF [%]	Hmotnost květenství + stonků		Hmotnost kořenů	
			FW [g]	DW [g]	FW [g]	DW [g]
2K-	23,88	0,0	119,1	34,9	33,4	4,6
4K-	22,37	0,0	94,9	31,3	75,6	12,0
5K-	21,12	0,0	122,6	36,7	88,8	14,0
7K-	21,78	0,0	124,2	35,6	75,8	12,5
8K-	14,34	0,0	77,1	24,5	67,3	12,4
14K-	17,91	0,0	80,5	26,6	67,7	10,8
2K+AMF	21,25	51,2	89,2	28,8	60,6	9,8
3K+AMF	21,25	47,2	130,2	37,8	111,5	16,4
9K+AMF	22,84	31,3	105,9	35,9	85,1	13,9
11K+AMF	26,27	31,9	131,0	39,9	106,1	16,6
15K+AMF	16,89	58,1	93,1	29,5	57,7	10,0
16K+AMF	21,88	62,6	111,6	34,6	61,0	11,2

Vybrané kanabinoidy, které se při analýzách stanovovaly jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 9).

Tab. 9 Stanovované látky ve vzorcích konopí odrůdy Kompolti

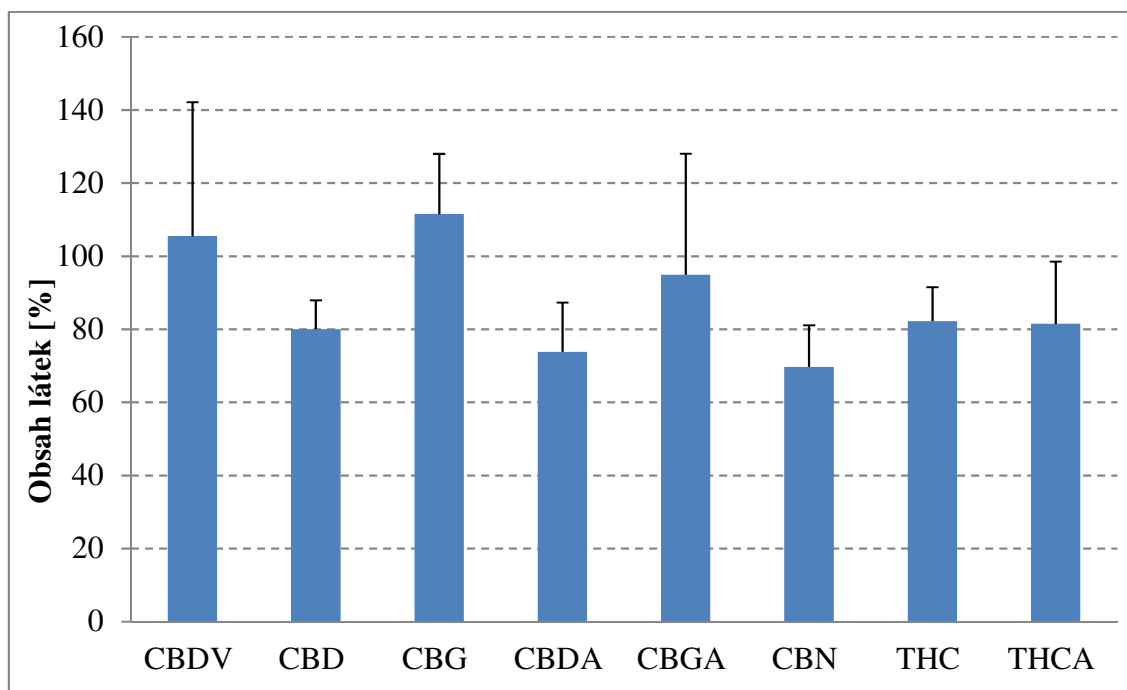
CBD	Kanabidiol
Δ^9-THC	Δ^9 - tetrahydrokanabinol
Δ^8-THC	Δ^8 - tetrahydrokanabinol
CBC	Kanabichromen
THCA	Tetrahydrokanabinolová kyselina
CBDA	Kanabidiolová kyselina
CBGA	Kanabigerolová kyselina
CBG	Kanabigerol
CBN	Kanabinol
CBDV	Kanabidivarin

Tab. 10 Výsledky obsahu kanabinoidů ve vzorcích konopí odrůdy Kompolti v mg/kg –
nemykorhizní varianta

Vzorek	CBDV	CBD	CBG	CBDA	CBGA	CBN	THC	THCA
VV1795	3,5	953	18	13 811	147	2,4	83	272
VV1796	5,7	1 362	32	14 977	155	2,5	119	316
VV1797	2,3	1 171	42	24 983	351	2,3	136	562
VV1798	7,9	1 642	28	18 230	207	4,6	177	481
VV1799	2,5	944	30	13 889	136	2,1	100	336
VV1800	3,7	1 122	24	10 660	126	2,6	122	277
Průměr	4,27	1199,00	29,00	16091,67	187,00	2,75	122,83	374,00

Tab. 11 Výsledky obsahu kanabinoidů ve vzorcích konopí odrůdy Kompolti v mg/kg –
mykorhizní varianta

Vzorek	CBDV	CBD	CBG	CBDA	CBGA	CBN	THC	THCA
VV1801	3,3	702	11	6 186	23	1,0	73	131
VV1802	2,7	1 180	46	13 527	457	1,3	135	356
VV1803	5,3	1 207	33	13 301	177	2,1	131	277
VV1804	11,9	990	39	10 117	85	1,8	95	262
VV1805	1,9	657	33	7 320	117	2,1	69	216
VV1806	1,9	1 020	32	20 818	206	3,2	103	586
Průměr	4,50	959,33	32,33	11878,17	177,50	1,92	101,00	304,67



Obr. 4 Procentický obsah stanovovaných látek v mykorhizních rostlinách vzhledem ke kontrole (nemykorhizním rostlinám)

Graf (Obr. 4) vyjadřuje procentický obsah stanovovaných látek suchého květenství mykorhizních rostlin dvoudomé odrůdy Kompolti ve vztahu ke kontrole (nemykorhizním rostlinám). Obsah jednotlivých stanovených složek v kontrolních (nemykorhizních) rostlinách je vyjádřen jako 100 %.

Z grafu (Obr. 4) je patrné, že přítomnost mykorhiz významně neovlivnila obsah stanovovaných látek v rostlinách oproti nemykorhizní variantě. Oproti kontrole se zvýšil pouze obsah CBDV a to o 5,5 % a obsah CBG o 11,5 %.

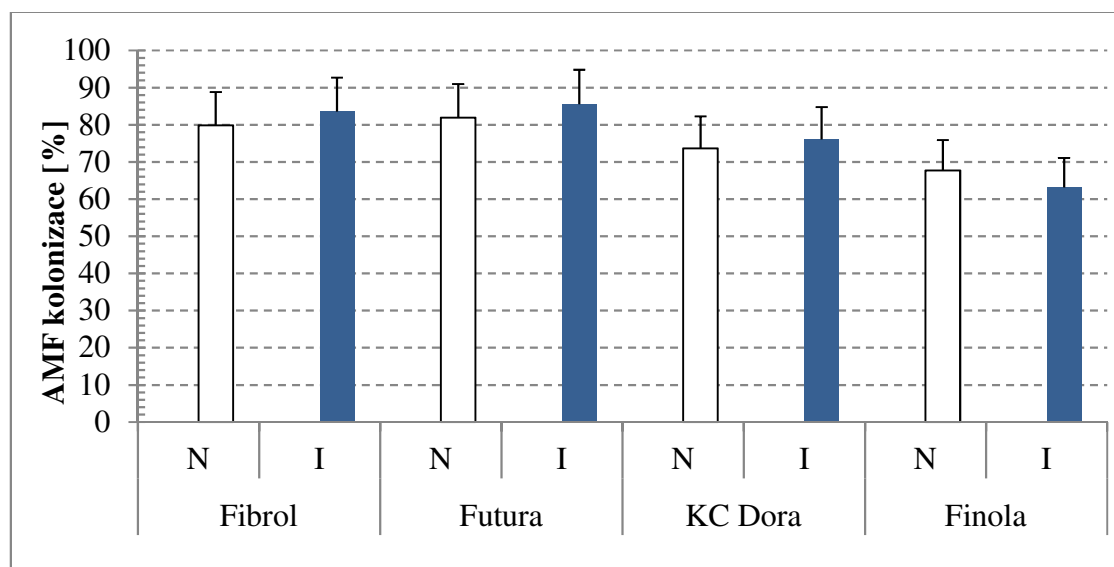
Tab. 10 a Tab. 11 ukazuje, že mezi hodnotami obsahu zkoumaných kanabinoidů jednotlivých rostlin odrůdy Kompolti v rámci obou variant jsou výrazné odlišnosti. Tento fakt ukazuje na nezbytnost standardizace podmínek růstu. U žádné odrůdy a varianty nedošlo k překročení limitu 0,3 % THC a THCA, splňují tak požadavky na technické konopí.

5.2 Výsledky polního pokusu

5.2.1 Mykorhizní inokulační potenciál (MIP)

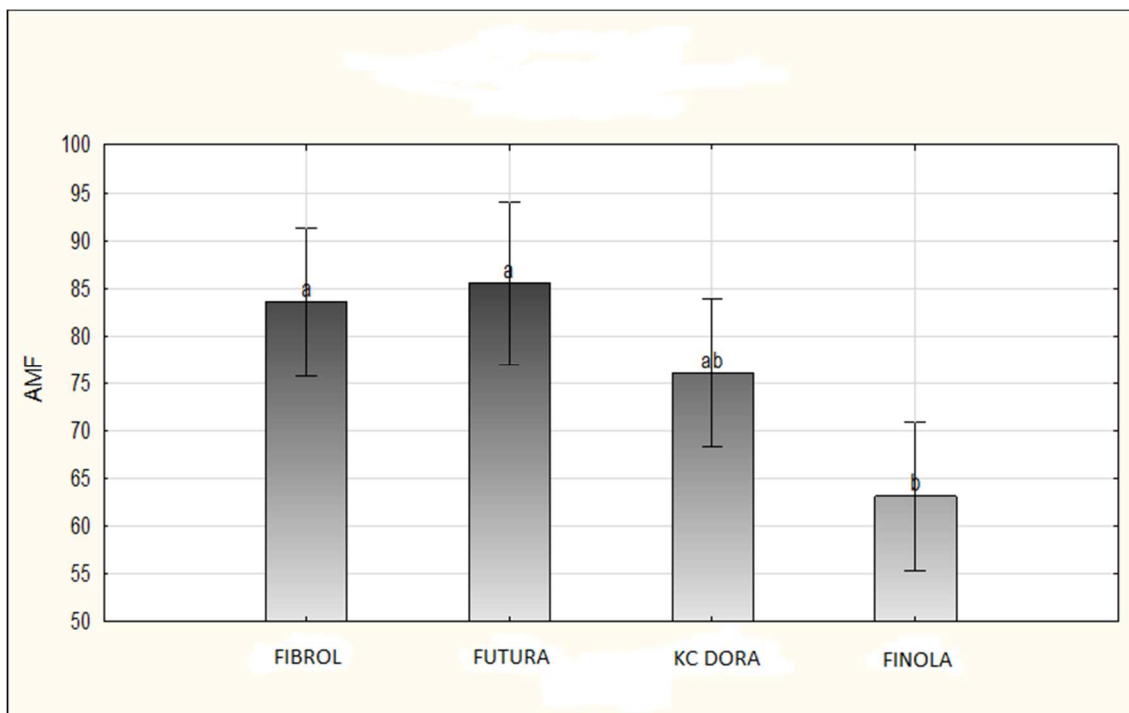
Mykorhizní inokulační potenciál (MIP) byl stanoven u neinokulované půdy z pole na kukuřici 43 % a u inokulované půdy 37,5 %.

5.2.2 Kolonizace kořenů arbuskulárně-mykorhizními (AM) houbami



Obr. 5 Úroveň kolonizace 4 odrůd technického konopí arbuskulárně-mykorhizními houbami v %

Z Obr. 5 je patrné, že nebyly žádné významné rozdíly v kolonizaci AM houbami mezi inokulovanou (I) a neinokulovanou (N) variantou v rámci jednotlivých odrůd.



Obr. 6 Rozdíly v kolonizaci mezi jednotlivými inokulovanými odrůdami v %

Obr. 6 ukazuje, že však byly významné rozdíly mezi inokulovanými variantami jednotlivých odrůd. Nejvyšší kolonizace AM houbami byla zaznamenána u odrůdy Futura a Fibrol, nejnižší u odrůdy Finola.

5.2.3 Analýzy obsahu kanabinoidů

Tab. 12 Výsledky obsahu vybraných kanabinoidů v mg/kg ve vzorcích inokulované varianty jednotlivých odrůd

Odrůda	Označení	CBDA	CBD	Δ -9-THC	THCA
FUTURA	I1	39	1,2	0,1	1,2
	I2	32,2	1,4	0,1	1
	I3	46,7	2	0,2	1,4
	I4	42,3	1,1	0,1	1,5
	I5	45	1,9	0,2	1
	I6	53,9	2,5	0,2	1,1
	I7	48,8	1,5	0,1	1,5
	I8	38,1	1,6	0,1	1,1

Tab. 12 Výsledky obsahu vybraných kanabinoidů v mg/kg ve vzorcích inokulované varianty jednotlivých odrůd – pokračování

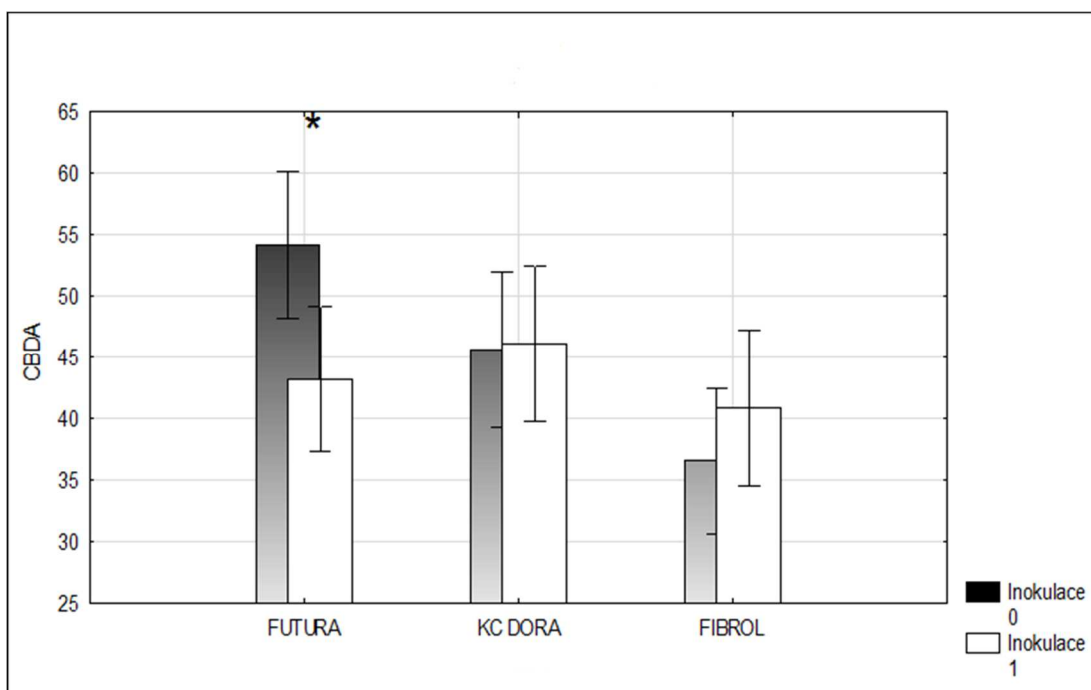
Odrůda	Označení	CBDA	CBD	Δ -9-THC	THCA
KC DORA	I1	56,4	2,1	0,2	1,7
	I2	37,2	1	0,3	3,5
	I4	46,2	1	0,1	1
	I5	34,3	0,7	0,1	1,2
	I6	48	1,2	0,1	1
	I7	58,1	1,8	0,2	2
	I8	42,8	0,6	0,1	0,9
FIBROL	I1	43,6	2,2	0,2	1,4
	I2	41,4	2,3	0,2	1,2
	I3	47,7	3,8	0,3	1,4
	I4	33,3	2	0,2	0,6
	I6	55,3	2,9	0,2	1,1
	I7	24,5	1,2	0,1	0,6
	I8	40,7	3,6	0,3	1,3

Tab. 13 Výsledky obsahu vybraných kanabinolů v mg/kg ve vzorcích neinokulované varianty jednotlivých odrůd

Odrůda	Označení	CBDA	CBD	Δ -9-THC	THCA
FUTURA	N1	59,5	0,9	0,1	1,5
	N2	50,5	1,3	0,1	1,2
	N3	51,8	1,5	0,2	1,3
	N4	36,7	0,8	0,1	0,8
	N5	59,4	1,8	0,2	1,5
	N6	58,3	1,7	0,2	1,9
	N7	59,8	1,8	0,2	1,4
	N8	57,3	1,9	0,2	1,9
KC DORA	N1	58,3	1,5	0,2	1,4
	N2	42,2	1,5	0,2	1,3
	N3	49,6	0,7	0,1	1,5
	N4	40,2	1,5	0,1	1,2
	N5	53,1	1,2	0,6	2,6
	N6	28,8	0,8	0,1	2,1
	N8	47,5	1	0,1	1,5

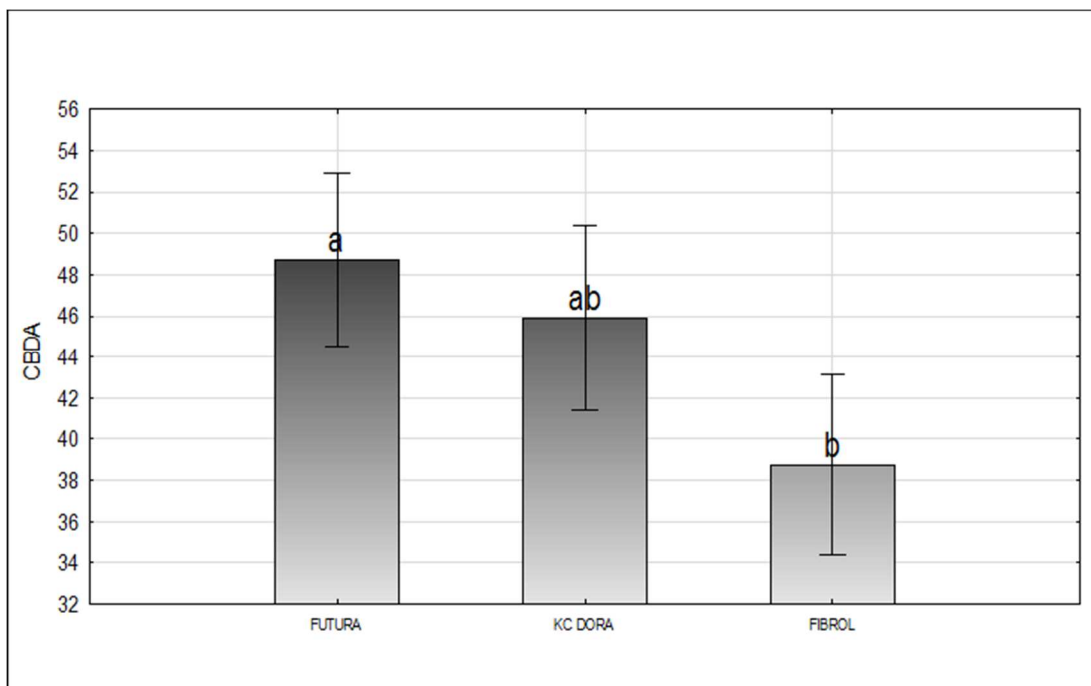
Tab. 13 Výsledky obsahu vybraných kanabinolů v mg/kg ve vzorcích neinokulované varianty jednotlivých odrůd – pokračování

Odrůda	Označení	CBDA	CBD	Δ -9-THC	THCA
FIBROL	N1	36,4	1,7	0,1	1
	N2	50,1	3,6	1,3	5,8
	N3	30,4	1,9	0,2	0,8
	N4	42,4	2,6	0,2	1,1
	N5	35,3	2	1,2	3,7
	N6	33,3	1,7	0,3	1,7
	N7	31,1	1,1	0,1	0,9
	N8	33,6	1,8	0,1	0,9



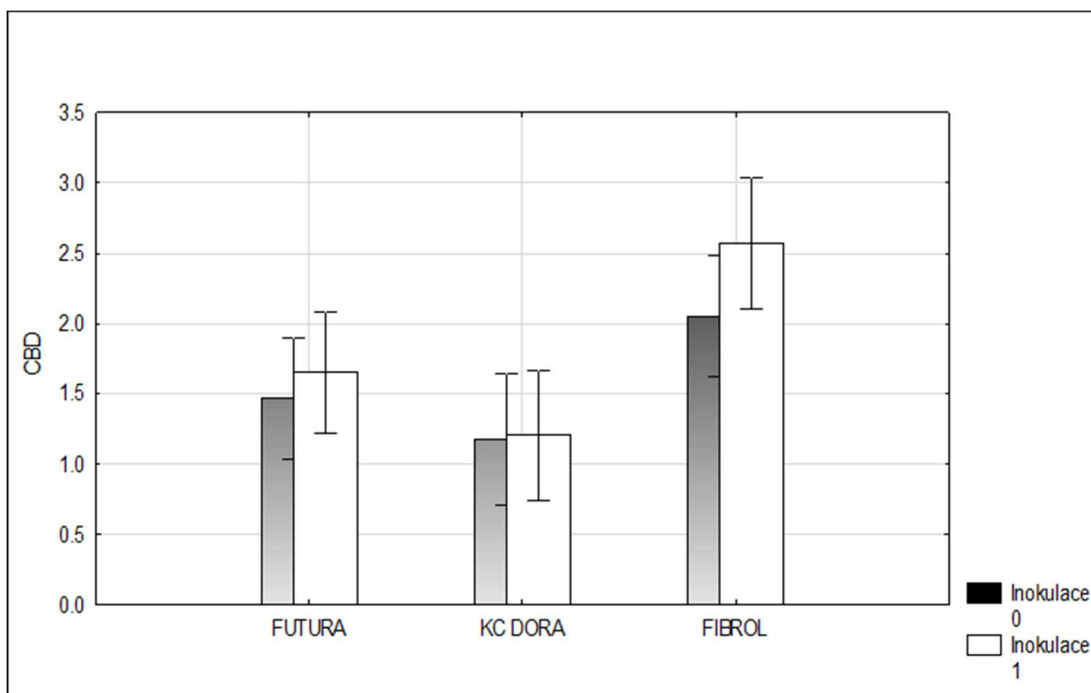
Obr. 7 Obsah CBDA v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd konopí

U odrůdy Futura lze pozorovat významné snížení obsahu CBDA u inokulované varianty. Naopak u odrůdy Fibrol je patrné zvýšení obsahu CBDA u inokulované varianty.



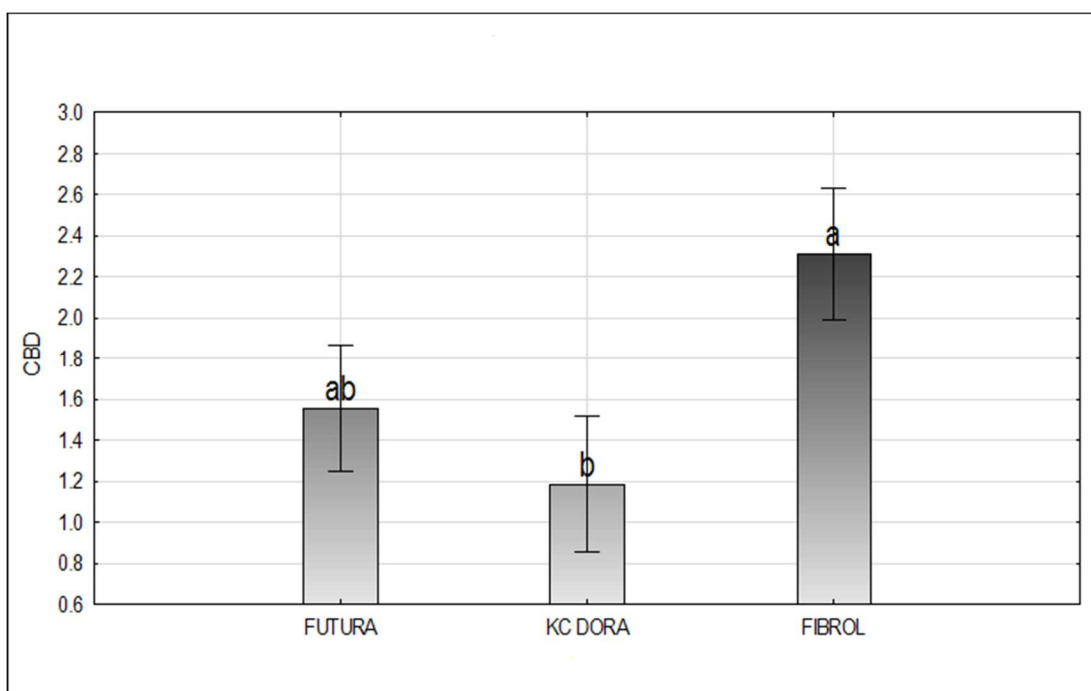
Obr. 8 Obsah CBDA v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Při porovnání jednotlivých odrůd mezi sebou (Obr. 8) je patrné, že odrůda Futura má statisticky významně vyšší obsah CBDA než odrůda Fibrol.



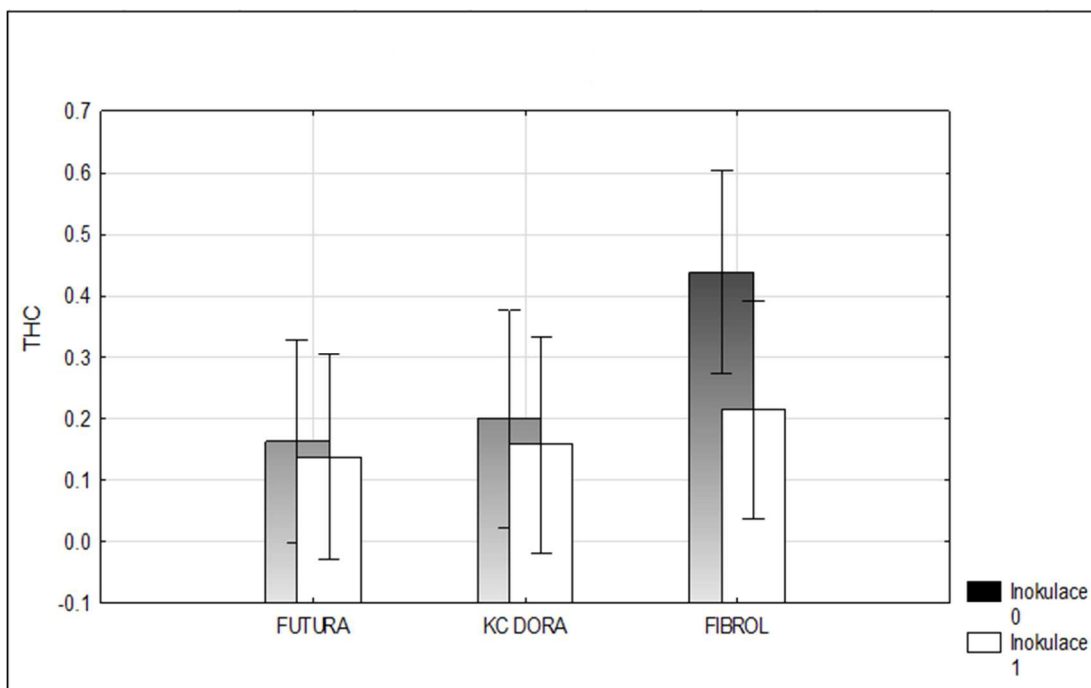
Obr. 9 Obsah CBD v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd

Z Obr. 9 je patrné významné zvýšení obsahu CBD u inokulované varianty odrůdy Fibrol.



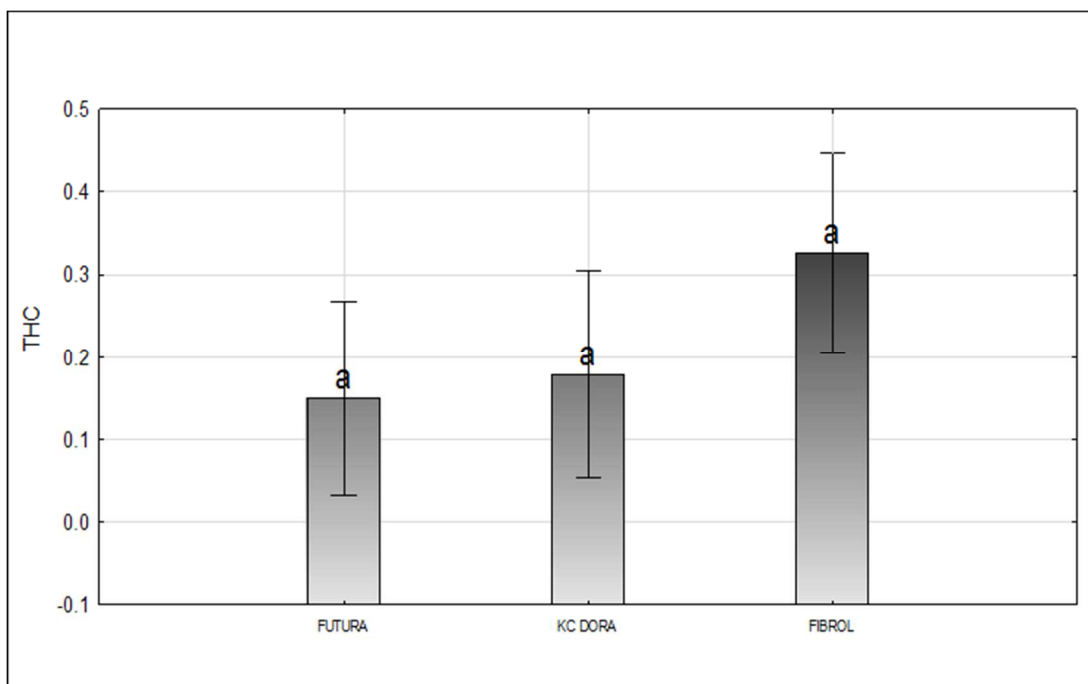
Obr. 10 Obsah CBD v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Při porovnání jednotlivých odrůd (Obr. 10) je patrné, že odrůda Fibrol má statisticky významně vyšší obsah CBD než odrůda KC Dora.



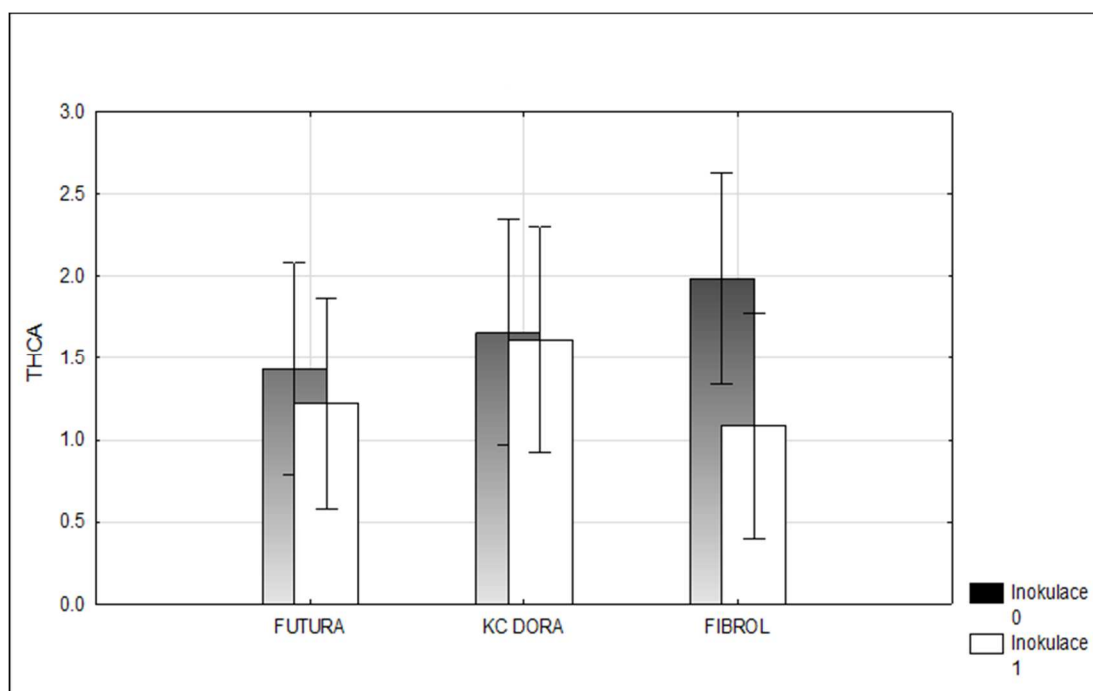
Obr. 11 Obsah Δ^9 -THC v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd

Z Obr. 11 je patrný statisticky významně nižší obsah Δ^9 -THC u inokulované varianty odrůdy Fibrol.



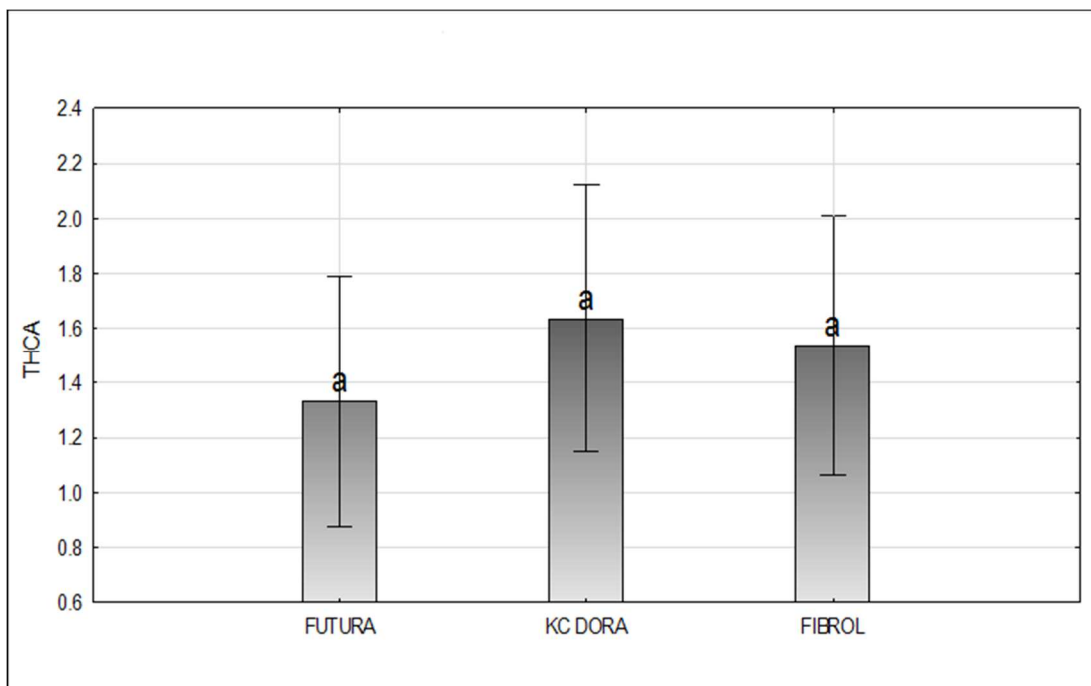
Obr. 12 Obsah Δ^9 -THC v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Při porovnání jednotlivých odrůd (Obr. 12) nejsou patrné statisticky významné rozdíly mezi odrůdami.



Obr. 13 Obsah THCA v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd konopí

Z Obr. 13 je patrné významné snížení obsahu THCA u inokulované varianty odrůdy Fibrol.



Obr. 14 Obsah THCA v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Při porovnání jednotlivých odrůd (Obr. 14) nejsou patrné statisticky významné rozdíly mezi odrůdami.

5.3 Diskuze

Je známo, že arbuskulárně-mycorrhizní houby (AMF) značně přispívají ke zvýšení produktivity rostlin a udržitelnosti ekosystémů v nových strategiích rostlinné výroby a jsou proto nezbytné pro udržitelné řízení zemědělských ekosystémů tím, že podporují akumulaci účinných složek léčivých rostlin. Prvními léčivými rostlinami, u kterých bylo zjištěno že jsou ovlivňovány AM houbami byli durman obecný (*Datura stramonium*) a zlateň indická (*Schizonepeta tenuifolia*). Dále byl tento vliv zjištěn například u šalvěje červenokořenné, pelyňku ročního, u některých ohrožených bylin, například u ženšenu pravého, ženšenu nepravého, či u některých léčivých rostlin využívaných v potravě či jako koření jako například u koriandru setého, máty peprné, bazalky pravé, oregana aj.

Bylo také zjištěno, že AM symbióza má zjevné výhody při zmírňování stresu rostlin za špatných klimatických a půdních podmínek (ZENG a kol., 2013).

Z výsledků chemických analýz a následných statistických hodnocení u zkoumaných odrůd konopí je však patrné, že vliv inokulace na zvýšení obsahu CBD a CBDA nebyl prokázán.

U inokulované varianty odrůdy Fibrol však lze pozorovat zvýšení těchto látek (CBD a CBDA) a naopak snížení nežádoucích látek Δ^9 -THC a THCA.

Z toho vyplývá, že velkoplošná aplikace inokula není příliš perspektivní pro statisticky významné navýšení obsahu medicínálně cenných látek (CBD a CBDA) u zkoumaných odrůd konopí Futura, Fibrol a KC Dora. Jednotlivé odrůdy reagují specificky na inokulaci mykorhizami. U odrůd, které se zdají, že reagují pozitivně na aplikaci prospěšných mikroorganismů navýšením obsahu žádoucích látek (CBD a CBDA), v našem případě například u odrůdy Fibrol, je možné, že lze vhodným složením inokula dosáhnout navýšení obsahu těchto látek. Otázkou však je, zda je možné dosáhnout takových koncentrací žádoucích kanabinoidů (CBD a CBDA) v rostlině, aby byla produkce při použití inokula rentabilní.

6 ZÁVĚR

V literárním přehledu diplomové práce na téma Současné pěstební technologie konopí – vliv na výnos a kvalitu byl nastíněn obsah legislativního předpisu upravující pěstování konopí v České republice včetně sankcí hrozících za nesplnění ohlašovací povinnosti v daném termínu či za chybné či neúplné údaje. Další část se podrobně věnovala agrotechnice pěstování konopí, a to agroekologickým požadavkům konopí, délce vegetace v závislosti na odrůdě a způsobu pěstování, zařazení do osevního postupu, přípravě půdy, setí a odlišnostem vyplívajícím ze způsobu pěstování, hnojení, ochraně rostlin proti plevelům, chorobám a škůdcům a sklizni konopí. Byly charakterizovány odrůdy konopí registrované v České republice a přibližný výnos konopí.

V literárním přehledu bylo také zanalyzováno pěstování konopí v Evropské unii a ve světě a následně také pěstování konopí v České republice jako celku i v jednotlivých krajích. Bylo zjištěno, že v zemích Evropské unie rostou plochy oseté konopím a největšími pěstiteli konopí jsou Francie a Nizozemí. Největším pěstitelem na světě je Čína a následně Kanada. Údaje z České republiky také ukazují nárůst ploch s konopím. V roce 2016 bylo oseto nejvíce ploch v kraji Královehradeckém, následně v kraji Jihočeském a Libereckém.

Cílem praktické části diplomové práce bylo založit a vyhodnotit experimentální pokus ve spolupráci se soukromým subjektem.

V rámci projektu CK Bioraf (TAČR, TE01020080) byl tak proveden pokus nejprve na pozemcích Botanického ústavu AV ČR týkající se vlivu mykorhizy hub rodu *Glomus* na obsah kanabinoidů u dvoudomé odrůdy Kompolti a jednodomé odrůdy KC Dora. Průměrná kolonizace arbuskulárně-mykorhizními houbami byla vyšší u odrůdy Kompolti. U odrůdy KC Dora se neprojevila vyšší dávka fosforu na růst rostlin. Rostliny této odrůdy byly navíc opožděné v růstu. Chemické analýzy byly provedeny pouze u vybraných rostlin odrůdy Kompolti, z důvodu variabilní úrovně kolonizace mezi rostlinami. Výsledek ukázal, že přítomnost mykorhiz významně neovlivnila obsah stanovovaných látek v rostlinách oproti nemykorhizní variantě. Zvýšil se pouze obsah CBDV a CBG. Z důvodu výrazné odlišnosti mezi hodnotami obsahu zkoumaných kanabinoidů jednotlivých rostlin mykorhizní i nemykorhizní varianty je nezbytné standardizovat růstové podmínky.

Následně byl obdobný pokus proveden také na poli biofarmy Sasov u 4 odrůd konopí. Použity byly odrůdy Futura, Fibrol, KC Dora a Finola. V rámci jednotlivých odrůd nebyly významné rozdíly v kolonizaci arbuskulárně-mycorhizními houbami mezi inokulovanou a neinokulovanou variantou. Významné rozdíly však byly mezi inokulovanými variantami jednotlivých odrůd. Nejvyšší úroveň kolonizace byla u odrůdy Futura a Fibrol a nejnižší u odrůdy Finola. Chemické analýzy obsahu CBDA, CBD, Δ^9 -THC a THCA ve vzorcích inokulovaných a neinokulovaných variant odrůd Futura, KC Dora, Fibrol a následná statistická hodnocení neprokázala vliv inokulace na zvýšení obsahu žádoucích CBD a CBDA. U odrůdy Fibrol však bylo možné pozorovat zvýšení těchto látek a snížení obsahu nežádoucích Δ^9 -THC a THCA. U této odrůdy by tedy bylo pravděpodobně možné vhodným složením inokula dosáhnout navýšení obsahu CBD a CBDA.

Doporučení je tedy provádět další podobné experimenty, kde by se testovaly různé alternativy použití prospěšných mikroorganismů nebo agrotechnické zásahy, které by mohly vést ke zvýšení obsahu medicínálně cenných látek v rostlinách technického konopí.

7 POUŽITÁ LITERATURA

ANONYM, 2007: *Konopí: Biomasa pro život. Zelená pumpa – Chraštické ekocentrum o. s. Konopa*, 26 s. ISBN 978-80-254-1149-0

BOULOC P., ALLEGRET S., ARNAUD L., 2013: *Hemp: Industrial production and uses*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, 313 s. ISBN: 978-1-84593-793-5

CARUS M., SARMENTO L., 2016: *The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs and seeds and flowers*. In: EIHA [online]. [vid. 2017_02_27]. Dostupné z: <http://eiha.org/media/2016/05/16-05-17-European-Hemp-Industry-2013.pdf>

CELNÍ SPRÁVA, 2016: *Společný katalog odrůd konopí*. In: Mák setý a konopí [online]. [vid. 2016_11_28]. Dostupné z: <https://www.celnisprava.cz/cz/clo/spolecne-zemedelske-politiky-a-zvlastnich-kompetenci/Documents/Spole%C4%8Dn%C3%BD%20katalog%20odr%C5%AFd%20konop%C3%AD%20konsolidovan%C3%A1%20verze%20listopad%202016.pdf>

ČSÚ, 2012: *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2011*. In: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2011 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543355/21021202.pdf/a894a974-ab54-4d32-9b71-d21f888b62f6?version=1.0>

ČSÚ, 2013: *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2012*. In: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2012 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543359/21021302.pdf/f5a8cbf7-3a77-4c8b-ad23-39a95e77caf4?version=1.0>

ČSÚ, 2014: *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2013*. In: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2013 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543363/2701411402.pdf/35c2867d-860a-4e0b-8f9e-d18936e5e177?version=1.0>

ČSÚ, 2015: *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2014*. In: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2014 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z:

<https://www.czso.cz/documents/10180/30648781/2701411502.pdf/6b50ec95-91d8-4a7c-8a45-28673b503043?version=1.1>

ČSÚ, 2016: *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2015*. In: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2015 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/36740496/2701411602.pdf/0017f774-d2f7-4cc5-824f-a1375eb21591?version=1.0>

ČSÚ, 2016: *Soupis ploch osevů k 31. 5. 2016 podle krajů: technické plodiny, plodiny sklízené na zeleno 1. a 2. část*. In: Soupis ploch osevů – k 31. květnu 2016 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/36741283/2701431607.pdf/27e47ade-fc88-4a46-a23b-dda5be002cc3?version=1.0>;

<https://www.czso.cz/documents/10180/36741283/2701431608.pdf/45d547cf-67b1-4567-9c08-a0b28b3ebb1e?version=1.0>

ČSÚ, 2017: *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2016*. In: Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2016 [online]. [vid. 2017_03_18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/45994629/2701411702.pdf/1f21342e-ea80-474b-a930-467323b46ea1?version=1.0>

DAN A. I., DUDA M. M., MOLDOVAN C., FLORIAN T., 2015: *The influence of different seeding space and organic fertilization level upon production and mass of 1000 seeds, recorded in some hemp varieties*. Bulletin USAMV series Agriculture 72(1): 57 – 60. ISSN 1843-5386

FORTENBERY T. R., BENNETT M., 2004: *Opportunities for commercial hemp production*. Review of Agricultural Economics 26(1): 97 – 117

HOLUBÁŘ J., KABRHELOVÁ J., KRAUS P., 2014: *Len a konopí 2014*. Brno: ÚKZÚZ, 42 s. ISBN 978-80-7401-086-6

HONZÍK R., 2007: *Nové technologické postupy sklizně technického konopí*. Praha: VÚRV, 24 s. ISBN 978-80-87011-31-7

HONZÍK R., BIELKOVÁ M., MUÑOZ J., VÁŇA V., 2012: *Pěstování konopí setého Cannabis sativa L. pro výrobu bioplynu*. Praha: VÚRV, 24 s. ISBN 978-80-7427-127-4

JOHNSON R., 2017: *Hemp as an Agricultural Commodity* [online]. [vid. 2017_04_01]. Dostupné z: <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL32725.pdf>

KÁRA J. A KOL., 2005: *Energetické rostliny: technologie pro zpracování a využití*. Praha: VÚZT, 81 s. ISBN 80-86884-06-6

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

KUBÁNEK V., 2009: *Konopí a mák (pěstování, výroby, legislativa)*. Brno: Tribun EU, 143 s. ISBN 978-80-7399-895-0

PHILLIPS J. M., HAYMAN D. S., 1970: *Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection*. Transactions of the British Mycological Society 55: 158 – 161

RUMAN M., 2014: *Cannabis Konopí: Průvodce světem univerzální rostliny*. Praha: Malý princ, 311 s. ISBN 978-80-87754-13-9

SINGH B. P., 2010: *Industrial crops and uses*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, 510 s. ISBN 978-1-84593-616-7

SINGH B. P., 2013: *Biofuel crops: production, physiology and genetics*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, 525 s. ISBN 978-1-84593-885-7

SLADKÝ V., 2001: *Konopí – šance pro zemědělství a průmysl*. In: Konopa.cz [online]. [vid. 2016_11_18]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/pestovani/konopi-sance-pro-zemedelce-i-prumysl.html>

ÚKZÚZ, 2016: *Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2016*, Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, XV (3)

Zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů. In: Sběrka zákonů. 11. 6. 1998.

ZENG Y. A KOL., 2013: *Arbuscular mycorrhizal symbiosis and active ingredients of medical plants: current research status and prospectives*. Mycorrhiza 23: 253 – 265

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vývoj pěstebních ploch konopí v zemích EU od roku 1993

Obr. 2: Grafické znázornění plochy osevů konopí k 31. 5. 2016 podle krajů

Obr. 3 Nákres polního experimentu a míst odběrů vzorků kořenů a květenství

Obr. 4 Procentický obsah stanovovaných látek v mykorhizních rostlinách vzhledem ke kontrole (nemykorhizním rostlinám)

Obr. 5 Úroveň kolonizace 4 odrůd technického konopí arbuskulárně-mykorhizními houbami v %

Obr. 6 Rozdíly v kolonizaci mezi jednotlivými inokulovanými odrůdami

Obr. 7 Obsah CBDA v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd konopí

Obr. 8 Obsah CBDA v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Obr. 9 Obsah CBD v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd

Obr. 10 Obsah CBD v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Obr. 11 Obsah Δ^9 -THC v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd

Obr. 12 Obsah Δ^9 -THC v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

Obr. 13 Obsah THCA v mg/kg u inokulovaných a neinokulovaných variant jednotlivých odrůd konopí

Obr. 14 Obsah THCA v mg/kg u jednotlivých odrůd konopí (dohromady inokulované a neinokulované varianty)

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Odběr živin konopí setého v závislosti na účelu pěstování

Tab. 2 Plocha osevů konopí k 31. 5. 2016 podle krajů

Tab. 3 Vývoj ploch, sklizeného konopí a výnosů konopí v ČR v letech 2011 – 2016

Tab. 4 Experimentální varianty hrnkového pokusu

Tab. 5 Rozmístění jednotlivých variant pokusu u odrůdy Kompolti

Tab. 6 Rozmístění jednotlivých variant pokusu u odrůdy KC Dóra

Tab. 7 Kolonizace kořenů AM houbami u odrůd KC Dora a Kompolti

Tab. 8 Seznam vzorků pro analýzy kanabinoidů – odrůda Kompolti

Tab. 9 Stanovované látky ve vzorcích konopí odrůdy Kompolti

Tab. 10 Výsledky obsahu kanabinoidů ve vzorcích konopí odrůdy Kompolti v mg/kg – nemykorhizní varianta

Tab. 11 Výsledky obsahu kanabinoidů ve vzorcích konopí odrůdy Kompolti v mg/kg – mykorhizní varianta

Tab. 12 Výsledky obsahu vybraných kanabinoidů v mg/kg ve vzorcích inokulované varianty jednotlivých odrůd

Tab. 12 Výsledky obsahu vybraných kanabinoidů v mg/kg ve vzorcích inokulované varianty jednotlivých odrůd – pokračování

Tab. 13 Výsledky obsahu vybraných kanabinolů v mg/kg ve vzorcích neinokulované varianty jednotlivých odrůd

Tab. 13 Výsledky obsahu vybraných kanabinolů v mg/kg ve vzorcích neinokulované varianty jednotlivých odrůd – pokračování

10 PŘÍLOHY

Příloha 1: Založený pokus – odrůda Kompolti (ARCHIV AUTORA, 2016)



Příloha 2: Založený pokus – odrůda KC Dora (ARCHIV AUTORA, 2016)



Příloha 3: Rostliny konopí odrůdy KC Dora (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 4: Rostliny konopí odrůdy Kompolti (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 5: Rostliny konopí odrůdy Kompolti (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 6: Rostliny konopí odrůdy KC Dora (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 7: Technické konopí na experimentálním pozemku Botanického ústavu AV ČR (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 8: Sklizeň, červen 2016 (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 9: Stanovení mykorhizního inokulačního potenciálu půdy z pole (BALDASSARRE ŠVECOVÁ, 2016)



Příloha 10: Setí konopí (GABRIELOVÁ, 2016)



Příloha 11: Setí konopí secím strojem firmy Pottinger, duben 2016 (GABRIELOVÁ, 2016)



Příloha 12: Porost konopí odrůdy Futura v době odběru vzorků pro analýzy, září 2016
(ARCHIV AUTORA, 2016)



Příloha 13: Porost konopí odrůda Futura (ARCHIV AUTORA, 2016)

