

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: 4106T019/44 Agroekologie-Péče o krajinu

Katedra: Agroekosystémů

## **Diplomová práce**

**Vliv technologie pěstování konopí setého (*Cannabis sativa L.*) na  
kvalitu produktu a jeho využití.**

**Vedoucí diplomové práce:**

Prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

**Autor diplomové práce:**

Bc. Roman Bouchal

České Budějovice

2020

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Roman BOUCHAL**  
Osobní číslo: **Z18063**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie – Péče o krajinu**  
Téma práce: **Vliv technologie pěstování konopí setého (*Canabis sativa* L.) na kvalitu produktu a jeho využití.**  
Zadávací katedra: **Katedra agroekosystémů**

#### Zásady pro vypracování

Cíl práce: Studium vlivu technologie pěstování konopí setého (*Canabis sativa* L.) na obsah vybraných biologicky aktivních látek v produktu a jeho využití. Vypracujte literární rešerši na zadané téma. Vyhodnoťte statisticky výsledky maloparcelkového pokusu provedeného školitelem. Vyhodnoťte vliv použité technologie pěstování na obsah vybraných biologicky aktivních látek v produktu. Získané výsledky diskutujte a porovnejte s publikovanou literaturou. Diplomová práce bude obsahovat následující kapitoly:

1. Úvod – úvod do problematiky (rozsah 1 strana, bez citací)
2. Literární přehled a) botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám; b) chemické složení a účinné látky; c) metody stanovení účinných látek; d) farmakologické účinky některých účinných látek; e) současné využití rostliny a jejich účinných látek v ČR a ve světě; f) vliv technologie pěstování na obsah účinných látek. (rozsah cca 50% textové části DP)
3. Cíl práce a definice pracovní hypotézy – technologie pěstování konopí setého ovlivní obsah biologicky aktivních látek v produktu (rozsah 1 strana)
4. Metodický postup – uveďte metodiku maloparcelkového pokusu provedeného Vaším školitelem. Způsob zpracování vzorků a stanovení některých účinných látek. Popište způsob statistického zpracování dat předaných školitelem.
5. Výsledky a diskuse – Výsledky předané školitelem diskutujte a porovnejte s publikovanou literaturou k tématu (rozsah cca 50% textové části DP)
6. Závěr – shrnutí výsledků (rozsah 1-2 strany, bez citací)
7. Seznam citované literatury (minimálně 1/3 literárních pramenů ze zahraničních zdrojů – vědecké časopisy s IF, patenty, knihy, metodiky, diplomové a bakalářské práce)

Rozsah pracovní zprávy: **40-60 stran včetně příloh**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

## Seznam doporučené literatury:

- Caplan, D., Dixon, M., Zheng, Y. 2017. Optimal Rate of Organic Fertilizer during the Flowering Stage for Cannabis Grown in Two Coir-based Substrates. *HortScience*. 52 (12). 1796-1803; Hanuš, L., Dostálová, M. 1994. The effect of soil fertilization on the formation and the amount of cannabinoid substances in *Cannabis sativa* L. in the course of one vegetation period. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae*. 138. 11-15; Hartsel, J. A., Eades, J., Hickory, B., Makriyannis, A. 2016. Cannabis sativa and Hemp. In: Gupta, R. (ed). *Nutraceuticals*. Elsevier Publishers B. V. Amsterdam. p. 735-754. ISBN: 9780128021477; Potter, D. J. 2014. A review of the cultivation and processing of cannabis (*Cannabis sativa* L.) for production of prescription medicines in the UK. *Drug Testing and Analysis*. 6 (1-2). 31-38; Small, E. 2016. Cannabis: a complete guide. CRC Press. Boca Raton. p. 597; Toonen, M., Ribot, S., Thissen, J. 2006. Yield of illicit indoor cannabis cultivation in the Netherlands. *Journal of forensic sciences*. 51 (5). 1050-1054; Vanhove, W., Van Damme, P., Meert, N. 2011. Factors determining yield and quality of illicit indoor cannabis (*Cannabis* spp.) production. *Forensic Science International*. 212 (1). 158-163; Kužel S., Cigler P., Hrubý M., (2006): „Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin“. CZ-296300; Kužel S. a kol (2009): Elicitation of Pharmacologically Active Substances in an Intact Medical Plant under Field-like Conditions. *J. Agric Food Chemistry*. 57, 17, 7907-7911; Kužel, S., Kolář, L., Ledvína, R., Pašek, J. (1998): Vliv nadbytku dusíku ve výživě *Echinacea purpurea* (L.) Moench na tvorbu jejich účinných látek. *Rostl. výr.* 44, 489-495; Nishi, A. (1994): Effect of elicitors on the production of secondary metabolites. In: Ryu, D. D. Y., Furusaki, S.: *Adv. Plant Biotechnol.* Elsevier Sci. BV, 135-151; Dušek, J. et al. (1997): Studium faktorů ovlivňujících biosyntézu terapeuticky významných metabolitů v kulturách in vitro. *Závěrečná zprava grantu 193/1997/Bb-BIO/FaF*; Żuk-Golaszewska K., Golaszewski J. (2018): Cannabis sativa L. - cultivation and quality of raw material. *Journal of Elementology*. 23 (3). 971-984; Bartoš P. (2016): Návrh technologie pěstování kotvičniku zemního (*Tribulus terrestris* L.) a jeho využití. *Dp. ZF JU v Č. B.*; Zhao J., Davis L. C., Verpoorte R. (2005): Research review paper: Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 23(4), 283-333; Dvořáková J. (2006): Studium vlivu elicitorů na obsah některých účinných látek v rostlině *Ostropesťec mariánský Silybum marianum* (L.) Gaertn. *Dp. ZF JU v Č. B.*; Godoy-Hernandez G., Loyola-Vargas V. M. (1997): Effect of acetylsalicylic acid on secondary metabolism of *Catharanthus roseus* tumor suspension cultures. *Plant Cell Reports (Germany)*, 16(5), 287; Khan M. I. R., Fatma M., Per T. S., Khan N. A., Anjum N. A. (2015): Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-17; Ramakrishna A., Gokare A. R. (2011): Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 6, 11; Petr J. (2014): Vliv ošetření elicitory na obsah některých biologicky aktivních látek ve vybrané rostlině. *Dp. ZF JU v Č. B.*; Zákon č. 378/2007 Sb. ze dne 6. prosince 2007 o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. částka 115, 5342-5428. <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5206>; Vyhláška č. 236/201 Sb. ze dne 4. září 2015 o stanovení podmínek pro předepisování, přípravu, distribuci, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 98, 2978-2979. <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=35196>.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.**  
Katedra agroekosystémů

Datum zadání diplomové práce: **18. února 2019**  
Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2020**

V Českých Budějovicích dne 11. března 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
společný oddělení  
In-ventarsh 1936, 370 08 České Budějovice

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

LS.

doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.  
vedoucí katedry

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou 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.

V Českých Budějovicích dne .....

.....

vlastnoruční podpis autora

**Poděkování:**

Především bych chtěl poděkovat panu prof. Ing. Stanislavu Kuželovi CSc., za metodické, odborné vedení, a čas který mi věnoval při tvorbě mé diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat Ing. Milanu Kobesovi PhD., za pomoc při statistickém zpracování dat.

## ABSTRAKT

Konopí seté (*Cannabis sativa L.*) je rostlina, která je známá svými léčivými účinky. Semena konopí obsahují chemicky významné látky. Mezi nejvýznamnější lze zařadit THC (tetrahydrokanabinol), CBD (kanabidiol), CBC (kanabichromen), CBN (kanabinol) a dalších přibližně sto kanabinoidů.

Cílem této práce bylo statisticky vyhodnotit vliv elicitorů na produkt a jeho využití.

V první části diplomové práce jsem se zabýval botanickou charakteristikou, agrotechnikou, chemickým složením, metodami stanovení účinných látek, farmakologickými účinky některých účinných látek a jiné.

V praktické části jsem pomocí analýz zjišťoval vliv elicitorů na obsah účinných látek. Z dat poskytnutých od vedoucího práce byl kromě NanoFYT Si® použit elicitor ASA ve třech různých koncentracích, nízké [ $10^{-5}$  mol/l], střední [ $10^{-4}$  mol/l] a vysoké [ $10^{-3}$  mol/l].

Závěrem jsem provedl statistické vyhodnocení jednotlivých pokusů, porovnání s ostatními publikovanými pokusy a návrh technologie pěstování a využití konopí setého.

**Klíčová slova:** konopí seté, *Cannabis sativa L.*, elicitor

## **ABSTRACT**

Cannabis (*Cannabis sativa L.*) is a plant known for its medicinal effects. Cannabis seeds contain chemically important substances. Among the most important are THC (tetrahydrocannabinol), CBD (cannabidiol), CBC (cannabichromene), CBN (cannabinol) and other approximately one hundred cannabinoids.

The aim of this work was to statistically evaluate the effect of elicitors on the product and its use.

In the first part of my thesis I dealt with botanical characteristics, agrotechnics, chemical composition, methods of determination of active substances, pharmacological effects of some active substances and others.

In the practical part, I analyzed the influence of elicitors on the content of active substances. In addition to NanoFYT Si®, the ASA elicitor was used in three different concentrations, low [ $10^{-5}$  mol / l], medium [ $10^{-4}$  mol / l] and high [ $10^{-3}$  mol / l]. Finally, I made a statistical evaluation of individual experiments, comparison with other published experiments and a proposal of technology of cultivation and utilization of cannabis.

**Keywords:** Cannabis, *Cannabis sativa L.*, elicitor

# OBSAH

1 ÚVOD .....	10
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
2.1 Botanická charakteristika .....	11
2.1.1 <i>Konopí seté (Cannabis sativa L.)</i> .....	11
2.1.2 <i>Popis rostliny (Konopí seté)</i> .....	13
2.1.3 <i>Původ a výskyt rostliny</i> .....	17
2.2 Agrotechnika .....	18
2.2.1 <i>Pěstování konopí v ČR</i> .....	18
2.2.2 <i>Nároky na půdu, vodu a teplotu</i> .....	19
2.2.3 <i>Pěstování – příprava půdy, setí, ošetřování, sklizeň</i> .....	22
2.3 Výživa a hnojení .....	24
2.4 Ochrana rostlin .....	27
2.4.1 <i>Plevel</i> .....	27
2.4.2 <i>Škůdci a choroby</i> .....	28
2.5 Chemické složení a účinné látky.....	30
2.6 Metody stanovení účinných látek .....	32
2.7 Farmakologické účinky některých účinných látek.....	34
2.8 Současné využití rostliny a jejich účinných látek v ČR a ve světě.....	35
2.9 Vliv technologie pěstování na obsah účinných látek .....	38
2.10 Problematika biotického a abiotického stresu u rostlin .....	41
2.10.1 <i>Elicitace a elicitory</i> .....	43
2.10.2 <i>Biotické a abiotické elicitory</i> .....	45
2.10.3 <i>Elicitor ASA (kyselina acetylsalicylová)</i> .....	46
2.10.4 <i>NanoFYT Si®</i> .....	47
3 Cíl práce a metodika .....	49



3.1 Cíl práce .....	49
3.2 Metodika .....	49
3.2.1 Příprava vzorku.....	50
3.2.2 Analýza vzorků .....	50
3.2.3 Příprava kalibrační křivky .....	51
4 Výsledky .....	52
4.1 Výsledky z maloparcelkového polního pokusu s odrůdami technického konopí setého ( <i>Cannabis sativa</i> L.) provedeném na pokusném pozemku ZF JU v Č. B. ..	52
4.2 Výsledky ze skleníku .....	60
5 Diskuse.....	74
6 Závěr .....	76
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	77
SEZNAM PŘÍLOH.....	84
SEZNAM GRAFŮ.....	90
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	92
SEZNAM TABULEK.....	93

# 1 ÚVOD

Obnovitelné přírodní zdroje jsou v současné době jedním z nejdiskutovanějších témat. Tyto zdroje bychom měli co nejefektivněji využívat a tím alespoň částečně zajistit stabilitu životního prostředí. Maximální využití těchto zdrojů vede k příznivé revitalizaci životního prostředí. Jedním z těchto zdrojů může být nepochybně i konopí seté (*Cannabis sativa L.*)

Konopí jako takové je neustále mediálně spojováno s drogami. Technické konopí má ale úplně jiný potenciál. Jeho využití má široké spektrum. Konopí produkuje jedno z nejpevnějších přírodních vláken, plnohodnotný olej a výživná semena. Konopí čistí a detoxikuje půdu od těžkých kovů a vedle těchto faktů se konopí významně podílí na produkci kyslíku do ovzduší.

Aby pro nás bylo konopí co nejúčinnější, je zapotřebí využívat kvalitního osiva. Právě na kvalitě osiva je konopí závislé. Použitím nekvalitního osiva můžeme docílit znehodnocení porostu konopí.

Konopí seté je považováno v zemědělství za zlepšující plodinu. Na našich polích se s ním setkáme zřídka. Není náročné na pěstování, ale z mého pohledu se zemědělci obávají, že se nesetkají s poptávkou, která by byla atraktivní. V současné době lze z konopí vyrábět více než dvě stě výrobků. Je až podivuhodné, jaké využití má v průmyslu tato rostlina.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Botanická charakteristika

#### 2.1.1 Konopí seté (*Cannabis sativa* L.)

Konopí seté je jednoletá dvoudomá, ale taktéž jednodomá plodina. Ačkoliv v minulosti byla klasifikace rodového zařazení různá, v současné době se většina odborných klasifikací shoduje na tom, že patří do čeledi *Cannabinaeae* (Bjelková, 2017).

V současnosti se tato rostlina pěstuje zejména v mírných a subtropických oblastech téměř po celém světě. Tento druh je značně polymorfní, přičemž ve světě se rozlišuje mnoho forem, variet a poddruhů (Kovář, 2012).

Druh je původní zřejmě ve střední a jižní Asii. Z čínských zápisů je zřejmé, že v Číně se konopí pěstovalo na vlákno už před 5 000 lety. V Indii se konopí pěstovalo na lékařské účely v 8. až 9. století př. n. l. Do Evropy donesli konopí v 7. století př. n. l. z Asie Skytové (Konopí – biomasa pro život, 2007).

Obrázek č.1 - Konopí seté (*Cannabis Sativa* L.)



Zdroj: University of Florida, 2019.

U nás je možné se setkat i s těmito názvy rostliny: (Kovář, 2012)

- konopě,
- konopě užitečná,
- konopě setá,
- konopí seté.

V případě konopí setého se rozeznávají celkem tři (resp. čtyři) formy, a to podle oblasti, ve které je tato rostlina pěstována: (Honzík, 2012).

- **Konopí severní (nejranější typy)** – jedná se o skupinu konopí s vegetační dobou, která se pohybuje od padesáti do osmdesáti dnů. Tyto rostliny dosahují výšky šedesáti až osmdesáti cm. Tento typ je rozšířený prakticky na celém severu bývalého SSSR, ale zčásti i ve Finsku.
- **Konopí středoruská (středně rané typy)** – jedná se o skupinu konopí s vegetační dobou devadesáti až sto dvaceti dní. Jde o vůbec nejrozšířenější skupinu konopí na celém světě. Obsah THC se pohybuje mezi 0,4 až 1 %.
- **Konopí jižní (středně pozdní až pozdní typy)** – jedná se o skupinu konopí s vegetační dobou 120 až 165 dní, přičemž rostliny dosahují výšky 2,5 – 4 m. V tropech však může výška rostliny dosahovat 7 m.

Honzík (2012) zmiňuje také přechodný střeoevropský typ. Jedná se o skupinu konopí, která byla vyšlechtěna křížením výše zmiňovaných typů ze skupiny středoruských konopí a typů jižního konopí. Ke šlechtění bylo přistoupeno z toho důvodu, aby došlo ke zkombinování výhodných vlastností obou popisovaných typů a aby obsah THC byl velice nízký. Tento typ pěstovaný v Evropě je označován jako „technické konopí“.

Střeoevropský typ tudíž v podstatě slučuje kvality obou typů a navíc dosahuje vysokých výnosů vláken i semen. Zároveň je dosaženo zachování nízkého obsahu psychoaktivního tetrahydrokanabinolu (Ruman, 2004).

Co se týče výrobní praxe, preferováno je především konopí jižní a středoruské, které představuje více než devadesát procent veškerých světových pěstitelských ploch (Šnobl, 2004).

Detailnější charakteristika výše popisovaných forem konopí setého je uvedena v tabulce přiložené níže (viz tabulka č. 1):

Tabulka č.1 - Charakteristika jednotlivých forem konopí setého

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

Zdroj: Šnobl, 2004.

### 2.1.2 Popis rostliny (Konopí seté)

Jak již bylo řečeno, konopí seté je jednoletou dvoudomou i jednodomou rostlinou. V případě dvoudomých odrůd tvoří rostlina na jedné straně samičí a na druhé straně samčí květenství. Samčí rostliny bývají obvykle vyšší a štíhlejší a zpravidla také dříve dozrávají (Miovský, 2008). Podle Honzíka (2012) jsou naopak samičí rostliny nižší, silnější, více olistěné a také tmavší.

Váša (1965) píše, že rostliny se samčím květenstvím bývají nazývané také jako poskonné (kohoutci), přičemž rostliny samičí jsou nazývané jako hlavaté (hlavatice, slepičky).

V případě jednodomého konopí se na každé rostlině vytváří květenství obou pohlaví, ovšem mohou se vyskytovat i hermafroditní typy, které jsou neplodné (Miovský, 2008). Tyto jednodomé rostliny bývají označovány jako intersexuální. Spadají k nim

ovšem rovněž rostliny konopí dvoudomého s různorodými odchylkami v habitu a pohlaví (Váša, 1965). Podle Hoffmana (1960) je tyto rostliny možné rozdělit dle utváření květenství a druhotných pohlavních znaků do celkem dvou podskupin, které jsou následující:

- rostliny s habitem rostlin samičích,
- rostliny s habitem rostlin samčích.

Biologická charakteristika Konopí setého (*Cannabis sativa L.*):

- **Kořenový systém** – Na rozdíl od nadzemní části rostliny je kořenový systém slabě vyvinutý. Totiž z váhy celé rostliny v době sklizně připadá asi jenom 8 – 10 % na kořen. Robinson (1998) píše, že hlavní kořen má vřetenovitý tvar, sahající do hloubky 120 – 160 cm. Toto pomáhá bránit erozi půdy. Zároveň je schopen akumulovat těžké kovy z kontaminované zeminy.
- **Stonek** – Stonek této rostliny je přímá hranatá lodyha. Je větvená, dutá a zdřevnatělá. Zatímco severské konopí jakutské formy dorůstá pouze do výšky 200 cm, pak jižní konopí může vyrůst až do úctyhodné výšky 3 či 4 metrů. Nutno však říci, že kromě formy či odrůdy mají na délku stonku značný vliv také samotné podmínky prostředí, ve kterém rostlina žije. Vyšší rostliny je možné nalézt na bohatších, vláhou a živinami dobře zásobených půdách. Stonek bude nejenom vyšší, ale také tlustší. Například v případě středoruského konopí bylo na úrodné půdě dosaženo i výšky stonku 3 metry. Ovšem na vyvýšeném místě téhož pozemku už výška stonku dosahovala pouze 1,5 metru (Novák, 2007).

V kůře stonku je obsaženo lýkové vlákno obsahující celulózu a hemicelulózu. 50 – 75% celkového objemu stonku je utvářeno dřevovinou, která je hlavní částí stonku a tvoří ji zdřevnatělý parenchym a vodící pletiva xylému (Miovský, 2008).

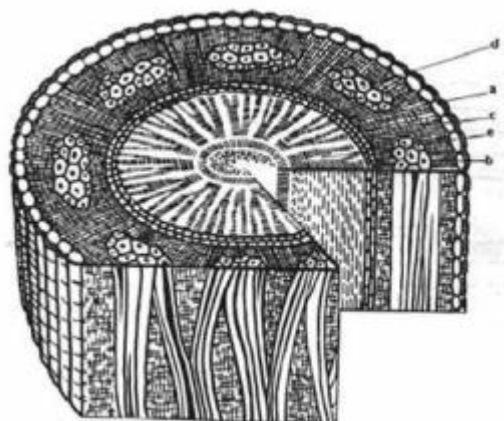
Kubánek (2009) dodává, že stonek konopí setého roste rychleji než kořen, a to zejména ve fázi rychlého růstu. Mladý stonek je šťavnatý, vyplněný dřevným pletivem, dužnatý. Na průřezu je vícehranný a okrouhlý, ovšem během dozrávání svůj tvar mění. Zpravidla pak bývá čtyřhranný nebo šestihřanný,

někdy až rýhovaný. Konopí seté má 7 – 15 internodií (Konopí – biomasa pro život, 2007).

Na obrázku přiloženém níže (viz obrázek č. 2) je pak zachycen příčný řez konopného stonku:

Obrázek č.2 - Příčný řez konopného stonku

Stavba konopného stonku:  
a – pokožka,  
b – parenchym,  
c – kambium,  
d – vlákno,  
e – dřevovina.



Zdroj: Šnobl, 2004.

- **Lýko** – Lýko je korová část stonku. Skládá se z vrstev pletiv z vnější strany. Povrch stonku pokrývá pokožka neboli epidermis, kterou tvoří podélné, vzájemně spojené buňky. Vnější stěny těchto buněk jsou silnější a pokrývá je kutikula (Miovský, 2008).
- **Dřevovina** – Představuje stěžejní část stonku, neboť tvoří přibližně polovinu až dvě třetiny jeho celkového objemu. Skládá se ze zdřevnatělého parenchymu (Miovský, 2008).
- **Dřeň** – Skládá se z buněk parenchymatického typu, přičemž zevnitř stonku proniká radiálně v pramenech až ke kambiu (Miovský, 2008).
- **Listy** – Konopí seté má dva jednodílné děložní listy, které mají podlouhlý tvar. Poté co vzejdou, tyto listy opadávají a na stonku utváří první kolénko (Miovský, 2008). První pravé listy jsou protilehlé a jsou v páru. Ze stonku rostou v pravém úhlu k děložním lístkům. Složeny jsou ze dvou úzkých zubatých čárkovitých lístků, které jsou spojené do řapíku. Další pár listů bývá jednolistý či dlanitě složený. Množství lístků se s tím, jak listy na stonku přibývají, postupně zvyšuje, a to až do celkem 10 – 11 lístků (Holland, 2014).

Dupal (1994) píše, že obzvláště menší listy, jakož i samičí listeny pokrývá velké množství žláznatých trichomů. Ty mají vyměšovací funkci. Trichomy vytvářejí kanabinoidy, a to v tekuté až olejovité formě, resp. v tzv. pryskyřici. Trichomy se dále dělí na přisedlé a stopkovité, což znázorňuje obrázek přiložený níže (viz obrázek č. 3):

Obrázek č.3 - Žláznatý trichom (nalevo) a přisedlý trichom (napravo)



Zdroj: David Potter, 2004.

- **Květ** – Květenství samčích rostlin je seskupeno v úžlabních latách na relativně dlouhých stopkách, které vyrůstají z úžlabí listů. V době kvetení produkují samčí rostliny poměrně velké množství pylu. Květy samičí mají svrchní dvoupouzdrý semeník s jedním vysunutým vajíčkem a dvěma dlouhými nitkovitými bliznami. Samicí květy jsou rozloženy v horní části rostliny (Miovský, 2008).

Obrázek č.4 - Samčí květy (napravo) a samičí květ (nalevo)



Zdroj: Novák, 1961.

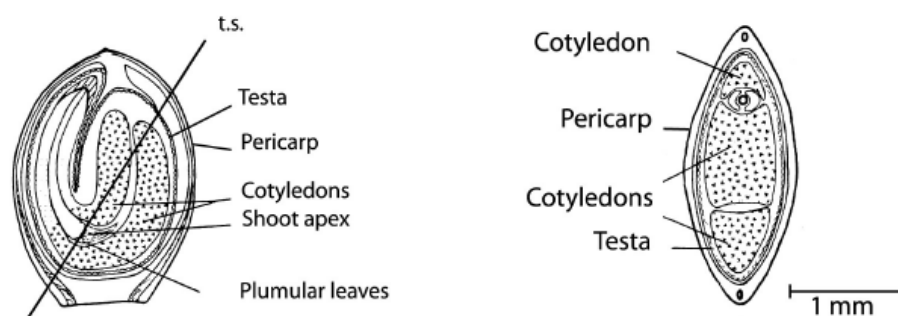
- **Plod** – Plodem je vejčitá jednosemenná nažka v šedohnědém listenovém obalu. Nazývá se semenec či ptačí zob - krmivo pro zpěvné ptactvo (Novák, 2007).



Barva bývá bělavá, šedozelená až černá, přičemž patrné je jemné mramorování (Miovský, 2008). Semena jsou tvořena pevnou vláknitou slupkou a měkkou dužinou olejnaté povahy. Dužina má krémovou barvu. Pod slupkou se nachází zelená vrstva, která dužinu obaluje. Obsahuje chlorofyl (Benhaim, 2007).

Na obrázku přiloženém níže (viz obrázek č. 5) je možné vidět podélný a příčný řez semene:

Obrázek č.5 - Podélný a příčný řez semene



Zdroj: Clarke, 1981.

**Poznámka:** testa = osemení, pericarp = oplodí, cotyledons = dělohy, shoot apex = vegetační vrchol, plumular leaves = děložní listy.

### 2.1.3 Původ a výskyt rostliny

Vůbec nejstarší údaje týkající se používání konopí je možné vysledovat až do doby před 7 000 lety ze staré Babylónie. Za pravlast této rostliny je považována střední Asie. Poté, co došlo ke zkulturnění konopí, bylo rozšířeno na východ a jihovýchod a dále na západ. Průmyslové konopí bylo v Evropě pěstováno po mnoho staletí. Existují dokonce nálezy, které podporují teze, že konopí bylo v Evropě už dokonce 3 000 – 10 000 let před naším letopočtem (Bjelková, 2017).

Konopí seté je v současné době tradičně pěstovaná rostlina, která je hojně rozšířená prakticky po celém světě. Výjimku představuje pouze Antarktida. V mírném pásmu se jedná o druhou nejrozšířenější přadnou rostlinu. Konkrétně konopí seté je vůbec nejrozšířenějším druhem konopí. K celosvětovému rozšíření této rostliny došlo zejména díky lidské činnosti a ekonomice (Decorte, 2016).

Konopí seté je teplomilná rostlina, které se mnohem lépe daří v teplejších oblastech a hlinitých půdách (Decorte, 2016).

V současné době zůstává Francie i nadále největším producentem konopí v Evropě a druhým největším producentem na světě. Celková pěstební plocha přesahuje 14 000 hektarů. Největším producentem této rostliny na světě je Čína (Kubánek, 2008).

## **2.2 Agrotechnika**

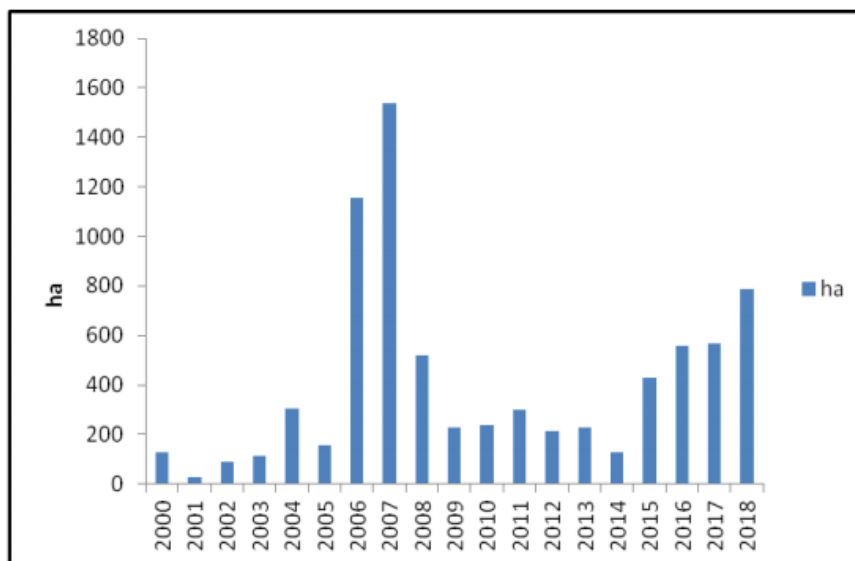
### **2.2.1 Pěstování konopí v ČR**

V Čechách se s pěstováním konopí začalo už v 17. století, přičemž využíváno bylo zejména k výrobě plachet, lan či pro potřeby vojska. Nejvyšší osevní plochy u nás byly v 19. století. Tehdy plocha činila téměř 12 tis. hektarů (Široká, 2009).

Ve dvacátém století však došlo ke značnému snížení osevní plochy, a to především díky dovozu kvalitnějšího bavlněného vlákna. Na naše pole se pak tato rostlina vrátila zejména koncem devadesátých let. Od roku 2000, kdy se tato rostlina na naše pole opětovně vrátila, se produkce postupně zvyšovala, a to až do roku 2007, kdy bylo konopím oseto celkem 1 538 hektarů půdy. Posléze se však osevní plocha začala pozvolna snižovat (Bjelková a kol., 2018).

Vývoj produkce konopí setého v České republice od roku 2000 do 2018 znázorňuje příložený graf (viz graf č. 1):

Graf č.1 - Produkce konopí setého v ČR (2000–2018)



Zdroj: Bjelková, 2018.

V současné době je v České republice povoleno pěstovat odrůdy konopí setého, které mají obsah THC do 0,3 %. Podmínky pro pěstování této rostliny konkrétně upravuje zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách. Právě tento zákon stanovil v § 24 za horní hranici 0.3 % obsahu THC v sušině konopí. Podle § 29 tohoto zákona pro osoby pěstující konopí nebo mák na ploše větší než 100 m<sup>2</sup> je povinnost předat hlášení místně příslušnému celnímu orgánu (Bjelková a kol., 2018).

### 2.2.2 Nároky na půdu, vodu a teplotu

Konopí je možné kultivovat v chudých i bohatých půdách. Zdaleka největší nároky se týkají hodnoty pH a také odtoku přebytečné vody. Za optimální lze považovat neutrální prostředí s pH 7. Nutno poznamenat, že konopí se bude dobře dařit rovněž v půdě s hodnotou pH v rozmezí 5,5 – 7,5 (Adams, 2012). Gabrielová (2007) ovšem dodává, že nejlepších výsledků bude přesto dosaženo na neutrálních až slabě zásaditých půdách při hodnotě pH 7 – 7,6.

S výše uvedeným souhlasí rovněž Stehlík a Trantírek (1971), kteří se také zmiňují o rozmezí pH 7 – 7,6. Ideální je půda, která je dostatečně zásobená vláhou a živinami. Kubánek (2008) v této souvislosti píše, že nadzemní část rostliny se vyvíjí rychleji než ta podzemní. V poměru k velké hmotě nadzemních částí má tudíž relativně slabě

vyvinuté kořeny, což je také hlavním důvodem náročnosti na dostatek živin a vláh v půdě.

Stehlík a Trantírek (1971) dále vysvětlují, že konopí se výborně daří v naplavených půdách v údolích řek, v dobře ošetřených a dostatečně hnojených půdách rašelinných, ale i v půdách letněných rybníků. Podle Moudrého a Strašila (1996) jsou vhodné rozorané louky či zúrodněné slatiny.

Naopak zcela nevhodné jsou půdy kyselé (Stehlík a Trantírek, 1971), ale také půdy: (Moudrý a Strašil, 1996)

- mělké,
- kamenité,
- písčité,
- ulehlé,
- jílové,
- vysychavé.

Moudrý a Strašil (1996) však dodávají, že rostlinu lze při nižších výnosech pěstovat i na horších půdách v chladnějších oblastech. Toto zmiňuje rovněž Sladký (2004), podle kterého se skutečně jedná o velice adaptabilní rostlinu, schopnou růst i v relativně skromných podmínkách, na mělkých půdách i ve vyšších a chladnějších polohách. Je však třeba počítat s uváděným nižším výnosem.

Podle Kubánka (2008) dokáže konopí svým růstem zlepšovat kvalitu půdy. Je to zejména díky odpadovým a dobře tlejícím listům. Navíc díky vysokým stonkům vzniká skleníkové mikroklima. Díky kořenovému systému prorůstajícímu do velké hloubky dochází k provzdušňování půdy a zvyšování její schopnosti zadržovat vodu. Tím dochází k eliminaci eroze.

Popisovanou schopnost této rostliny zlepšit půdní strukturu, ale rovněž například zanechat půdu na podzim bez plevelů, s oblibou využívají a oceňují ekologičtí zemědělci. Rostlina je velice vhodná například pro pěstitele cukrové řepy, a to díky své schopnosti snižovat výskyt hlístic v půdě (Bouloc, Allegre a Arnaud, 2013).

Co se týče požadavků na vodu, podle Huugaarda-Nielsena (2003) tato rostlina vyžaduje vydatnou vlhkost zejména v prvních šesti týdnech růstu, než dojde k zakořenění. Toto popisuje také Honzík (2012), přičemž dodává, že později už pak konopí dokáže přečkat přechodná sucha.

Na druhou stranu v časných fázích růstu je rostlina relativně citlivá jak na nadbytek, tak i na nedostatek vody (Struik et al, 2000).

Šnobl (2004) vysvětluje, že pro klíčení rostlina vyžaduje asi 50 % vody z hmotnosti semene. Pro získání jednoho kilogramu sušiny nadzemní části rostliny je možné mluvit o spotřebě 600 až 700 litrů vody, přičemž jak už bylo řečeno, největší požadavek vody spadá do období před a v období květu. Celoroční úhrn srážek v oblasti pěstování by neměl klesnout pod 500 mm. Ovšem během vegetačního období, které trvá 120 – 130 dní, konopí dostává 250 až 300 mm srážek.

Také Kubánek (2008) zmiňuje 250 až 300 mm vody ročně, ovšem dodává, že při zemědělském využití je skutečně potřeba počítat s 500 až 700 mm vodních srážek.

Rostlinu je vhodné pěstovat spíše v teplejších oblastech, kde jsou dobře rozdělené srážky. Ideální jsou polohy chráněné před větrem a bez nebezpečí krupobití (Stehlík a Trantírek, 1971). V podmínkách České republiky lze konopí pěstovat ve všech úrodnějších oblastech.

Jedná se o teplomilnější rostlinu. Vegetační termická konstanta při pěstování na vlákno představuje asi 1800 až 2000 °C, na nažky pak 2200 až 2500 °C (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005).

V období vzcházení dokážou mladé rostlinky odolat jarním mrazům do - 5°C. Chladné počasí ovšem v prvních fázích vývoje zpomaluje růst a na další vývoj rostliny obecně působí negativně (Moudrý a kol, 2011).

V tabulce přiložené níže (viz tabulka č. 2) jsou pak uvedené obecné podmínky pro pěstování konopí.

Tabulka č.2 - Klimatické požadavky konopí

Ideální teplota		Srážky	půda	
klíčení	vegetační období	> 500 mm	pH	typ půdy
> 10°C	14 až 27°C		> 6	hlinitá

Zdroj: Haugaard-Nielsen, 2003.

### 2.2.3 Pěstování – příprava půdy, setí, ošetřování, sklizeň

- **Zařazení do osevního postupu** – Hned na úvod je možné říci, že na zařazení do osevního postupu je tato rostlina relativně nenáročná. Za nejlepší předplodiny je možné považovat zejména takové, po kterých půda zůstává čistá, kyprá a dostatečně zásobená živinami. Obzvláště je potřeba, aby zůstala dobře zásobená dusíkem. Běžně se provádí také zařazení mezi dvě obilniny. Rostlině navíc nevadí ani pěstování po sobě. Nejlepšími plodinami jsou tudíž tyto uvedené: (Kocourková a kol., 2014).
  - okopaniny,
  - luskoviny,
  - jetel,
  - vojtěška,
  - kukuřice.
- **Příprava půdy** – Pečlivé připravení půdy představuje jednu ze stěžejních podmínek k tomu, aby bylo dosaženo dobrých výnosů. Zejména je potřeba zajistit požadavky této rostliny na vodní, vzdušný a živinný režim. Nutno počítat se slabým rozvojem kořenové soustavy v počátku. Vztít do úvahy je však potřeba v této fázi růstu také relativně vysokou citlivost na zaplevelení. Je potřeba, aby struktura půdy nebyla utužená, ale hladká. Růst kořene totiž může být lehce přerušen překážkami, jako jsou například ztuhluté vrstvy. Po předplodinách je ideálně potřeba provést podmítku a na podzim orbu v hloubce asi 25 – 30 cm. Půdu je třeba ponechat v hrubé brázdě. Na jaře před samotným setím je půdu nutno důkladně připravit obdobně jako i v případě jiných jarních plodin. Jestliže je půda jílovito-písčítá, lze orbu provádět až na jaře. V suchých

oblastech je však potřeba strniště na podzim zaorat, a to z toho důvodu, aby došlo k uchování vody (Bouloc, 2013).

**Setí** – Rostlinu je třeba vysévat v době, kdy se teplota půdy pohybuje alespoň v rozmezí 8 – 9 stupňů Celsia, v nižších oblastech ve druhé polovině dubna (Šmirous, 1999). Podstatné tudíž je, o jakou oblast se jedná. Obvykle se ale seje od 10. dubna do konce května. Singh (2013) však vysvětluje, že nižší teploty v severní Evropě posouvají termín setí až do června. Setí se provádí do hloubky 3 – 4 cm, přičemž větší hloubkou se dosáhne zvýšení vzcházivosti a odolnosti kořene. Výsevek se stanovuje podle hodnoty osiva a také podle účelu pěstování (viz tabulka č. 3): (Ruman, 2008).

Tabulka č.3 - Stanovení výsevku pro pěstování konopí setého

<b>Stanovení výsevku pro pěstování konopí setého</b>		
<b>Pěstování</b>	<b>Na semeno</b>	<b>Na vlákno</b>
<b>Optimální počet rostlin</b>	55 - 75 na m <sup>2</sup>	400 - 500 na m <sup>2</sup>
<b>Šířka řádků</b>	Do 0,70 m	0,125 - 0,15 m
<b>Spotřeba osiva</b>	15 - 20 kg/ha	60 - 80 kg/ha

Zdroj: Ruman, 2008.

Kubánek (2009) vysvětluje, že pokud je rostlina pěstována na vlákno či na zelenou hmotu, pak se seje do řádků o šířce cca 12 – 15 cm. Jestliže je rostlina pěstována na semeno, pak jsou potřeba řádky široké 15 – 30 cm. Ovšem Honzík a kol., (2012) zase uvádí v prvním zmiňovaném případě šířku řádku 12,5 – 25 cm a ve druhém případě 25 – 50 cm. Fortenbery s Bennetem (2004) vysvětlují, že v případě pěstování na vlákno se obecně seje do užších řádků z toho důvodu, aby bylo dosaženo snížení rozvětvení, zvýšení výšky stonku a množství lýkových vláken. Pokud se rostlina pěstuje na semeno, je zase potřeba, aby se selo dál od sebe z toho důvodu, aby bylo podpořeno větvení a vyšší tvorba semen.

- **Sklizeň** – Klíčové pro volbu typu sklizně je, k jakému účelu je tato rostlina pěstována. Pokud jde o pěstování výhradně na vlákno, pak se sklizeň

uskutečňuje v době květu. Zpravidla to bývá v srpnu. Jestliže je ale rostlina pěstována na semeno, její sklizeň probíhá v září (Sladký, 2004).

Semeno dozrává asi třicet až čtyřicet dní od spodní části až na vrchol květenství. Sklízí se v době, kdy ve střední části květenství bylo dosaženo plné zralosti, přičemž pokud by bylo sklízeno předčasně, vedlo by to ke snížení jeho klíčivosti a množství oleje. Naopak pozdější sklizeň vede k vydrolování semen (Šnobl, 2004).

Obvykle je využíváno přímé sklizně sklízecí mlátičkou. Nutno říci, že sklizeň není jednoduchá, neboť vláknité rostliny dokáží ucpat stroje (Pulkrábek, 2005). Podle Benheima (2007) je sklizená semena nutno nejprve vysušit, aby došlo k zamezení klíčení či růstu plísní. Obsah vlhkosti se musí dostat pod hodnotu 10 %. K vysušení však zčásti dojde už přímo po sklizni, jestliže panuje suché počasí. Pokud jsou semena sušena v sušičce, je potřeba dodržet maximální teplotu na 35°C. Je to z toho důvodu, aby nedocházelo k jejich pukání.

Co se týká sklizně stonku, sklizeň obvykle probíhá v několika fázích (Šnobl, 2005).

- sečení,
- močení,
- sušení,
- sbalení,
- uskladnění před zpracováním.

### **2.3 Výživa a hnojení**

Smyslem hnojení je zabezpečit rostlině takovou výživu, kterou potřebuje ke svému růstu během své nejaktivnější fáze (Bouloc, 2013).

Jak již bylo zmíněno, konopí je rostlinou, která je relativně náročná na živiny, které navíc potřebuje ve snadno přístupných formách (Kocourková a kol., 2014). Podle Laholy (1969) je tak tomu z toho důvodu, neboť má slabě vyvinutý kořenový systém. Ten musí být schopen za relativně krátkou dobu dokázat přijmout velké množství živin a vody k vytvoření velkého množství organické hmoty. Autor dále dodává, že odběr živin je také značně ovlivňován:



- klimatickými a půdními podmínkami,
- obsahem živin v půdě,
- způsobem samotného hnojení,
- typem a odrůdou.

Také Sladký (2004) píše, že vysoký výnos hmoty a rychlý růst této rostliny vyžaduje skutečně dostatečnou zásobu snadno využitelných živin. K jejich zisku dokáže kořenům napomoci rovněž bohatá kořenová symbiózní mikroflóra. Nicméně na kořenech této rostliny je větší množství bakterií, které rozkládají dusíkaté organické sloučeniny, než je tomu v případě velkého množství jiných rostlin, což dokáže značně pomoci k jejich získávání (Ruman, 2014).

Pokud bychom srovnali konopnou mikroflóru s mikroflórou obilovin, je nutno konstatovat, že je jí přibližně milionnásobně více, díky čemuž lze konopí pěstovat mnoho let po sobě. Prostřednictvím vysokého hnojení a dostatečného množství vody je pak možné výnos této rostliny oproti průměru zdvojnásobit (Sladký, 2004).

Podle Sladkého (2004) je za základní hnojivo pro konopí možné považovat výrazně uleželý hnůj. Nicméně při nedostatku chlévského hnoje může být v podzimním období variantou také zelené hnojení. Množství živin je potřeba stále doplňovat průmyslovými hnojivy.

- **Dusík** – Představuje vůbec nejdůležitější živinu, pokud jde o rychlý růst. Dusík má vliv na maximální výšku stonku, přičemž také pozitivně určuje poměr délky a tloušťky či jeho celkovou pevnost (Haugaard-Nielsen, 2003). Pozitivní vliv dusíkatého hnojení na výnos stonků a jakost vláken popisuje také Kubánek (2009) či Ruman (2014).

Celkem 50 % z přijatého dusíku je přijato během prvního měsíce po vzejití. Zbývající část připadá na další dva měsíce. Samotné hnojení je realizováno takovým způsobem, že před setím se aplikuje přibližně 250 kg ledku vápenatého či síranu amonného na hektar. Dusíkatá hnojiva se obvykle aplikují v celkem třech dávkách. V okamžiku, kdy je pole vyhnojeno chlévskou mrvou v dostatečném množství, lze dávky průmyslových hnojiv přímo úměrně snížit (Haugaard-Nielsen, 2003).

Zatímco nedostatečné množství dusíku se bude projevovat žlutým zbarvením listů ve spodní části, které bude pomalu postupovat výše, přebytek dusíku se naopak projeví: (Adams, 2012)

- tmavě zeleným zbarvením,
  - dlouhými a křehkými větvičkami,
  - zpomalením růstu,
  - zpomalením zrání.
- **Fosfor** – Tento minerál dokáže podle Rumana (2014) urychlit proces zrání a je velice důležitým prvkem při pěstování na semeno. V největším množství jej rostlina přijímá v období kvetení a zrání semen. Haugaard-Nilsen (2003) dodává, že kromě urychlení dozrávání semene dokáže také zvyšovat jejich kvalitu.

Za vhodné fosforečné hnojivo je možné považovat zejména superfosfát. Aplikaci superfosfátu je vhodné realizovat na podzim před orbou. Na jeden ha se aplikuje dávka přibližně 200 – 250 kg superfosfátu, přičemž pokud je konopí pěstováno na semeno, je zapotřebí tuto dávku navýšit minimálně o 10 % či více (Sladký, 2004).

Podle Adamse (2012) se nedostatečné množství tohoto prvku projevuje zejména svraštělými tmavě zelenými listy, přičemž ty spodní zežloutnou a postupně odumřou. Stonek je výrazně zbarven do fialova. Negativní účinky přebytečného množství je možné nejlépe zaregistrovat na nových listech. Ty jsou na první pohled malé a zkroucené. Rovněž je zabráněno přijímání zinku, mědi a hořčíku.

- **Vápník** – Vápnění je zpravidla nutné i v případě neutrálních půd, neboť spotřeba tohoto prvku pro růst kořenového systému, stonků a semene je značná. Přímé vápnění před setím ovšem není vhodné. Naopak vhodnější je vápnit k předplodině, případně využít průmyslových hnojiv s obsahem tohoto minerálu. (Sladký, 2004)

Adams (2012) vysvětluje, že při nedostatku vápníku se na listech v horní části rostliny začnou objevovat žluté skvrny, které mají hnědé okraje. Zároveň dochází ke zpomalení růstu a snížení výnosu. Naopak přebytek je spíše ojedinělou záležitostí. Ovšem pokud nastane, dochází k zabránění přijímání bóru, hořčíku i mědi.

- **Hořčík** – Podle Sladkého (2004) zabezpečuje tvorbu chlorofylu a celkově dobrý stav rostliny. Nedostatečné množství hořčíku se projevuje světle chlorotickými skvrnami na listech průměrného stáří, ovšem při velkém nedostatku tohoto minerálu jsou skvrny patrné rovněž na nových listech. Přebytek se projevuje zpomalením růstu konopí, přičemž rostlina je velmi tmavá.

## 2.4 Ochrana rostlin

### 2.4.1 Plevel

Konopí je možné zařadit mezi úzkořádkově seté plodiny. Znamená to, že po vzejití dochází k hustému zapojení. Růst plevelu je tudíž značně potlačován a obvykle není potřeba provádět herbicidní zásah. Tato rostlina je schopna alelopatického působení na plevel a ve vysokém porostu má na ně inhibiční účinek (Kocourková, Pluháčková a Růžičková, 2014).

Ovšem, i když je pravda, že dobře založený porost má dostatečně velkou konkurenční schopnost k potlačení plevelných rostlin, v případě nevhodných podmínek může dojít k situaci, kdy rostlina nevzejde dostatečně rychle a plevel ji může přerůst (Konopí – biomasa pro život, 2007).

Také Bouloc a kol. (2013) vysvětlují, že ještě než dojde k zapojení porostu, může dojít k převaze plevelů zejména z čeledi brassicaceae a chenopodiaceae. Jejich rychlost růstu je vyšší, jestliže podmínky nejsou pro růst příznivé.

V této situaci je vhodné meziřádkové kypření půdy, které s problémem pomůže (Konopí – biomasa pro život, 2007). Jestliže dochází k intenzivnímu výskytu plevelu, lze aplikovat herbicidy: (Honzík, 2012)

- **preemergentně** – herbicid Afalon 45 SC v dávce 1,5 l.ha<sup>-1</sup>,
- **postemergentně** – herbicid Targa super 5 EC v dávce 1,5-2 l.ha<sup>-1</sup>.

V případě výrazného výskytu plevelu je zapotřebí dodržovat zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči. Při aplikaci registrovaných přípravků se doporučuje spíše spodní hranice doporučených dávek (Kocourková a kol., 2004).

Bouloc a kol. (2013) dodávají, že například v mnoha produkčních oblastech Francie představuje relativně běžný problém zamoření zárazou větevnatou. Jedná se o nazelenalou dvouděložní rostlinu parazitující mimo samotné konopí i na dalších plodinách a nekulturních rostlinách, na což zatím žádné řešení neexistuje.

#### 2.4.2 Škůdci a choroby

Prakticky všechny rostliny mohou být napadeny nejrůznějšími škůdci či chorobami a konopí seté pochopitelně také není výjimkou (Lowenfels, 2019).

Toto potvrzuje také Small (2017), který dodává, že ztráty způsobené škůdci mohou v některých případech přesahovat 50 %. Autor píše, že mezi nejběžnější škůdce konopí setého patří zejména:

- **Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata* Koch)** – Brouci napadají vzcházející konopí. Zdaleka nejvíce nebezpeční jsou ale v době kvetení, kdy rostliny připravují o listovou plochu, způsobují poškození samičích orgánů a výrazně přispívají ke snížení výnosu osiva. Brouci vykusují okrouhlé požerky mezi žilkami v listových čepelích mladých rostlin (Holubář a kol., 2014).  
Preventivní ochranu představuje zejména správná agrotechnika a dodržování osevního postupu. Z vhodných přípravků lze zmínit například: (Čača a kol., 1990)
  - Alfametrin,
  - Aztek.
- **Mšice konopná (*Phyrodon cannabis* Pass)** – Jedná se o malý savý hmyz, který je možné zařadit do hmyzu stejnokřídelného. Výskyt tohoto hmyzu není pravidelný, ovšem je rozšířen prakticky po celém území státu. Sáním způsobuje rozpad listového barviva. Medovnicí potřísněná semena jsou obvykle porostlá černěmi, mohou mít rovněž nepříznivý vliv i na kvalitu vlákna a přenáší virové choroby (Rataj, 1958).  
Hlavní ochranu představuje především dodržování preventivních opatření, přičemž na regulaci mšic se značně podílí také přirození nepřátelé. Z chemických přípravků je možné zmínit například: (Čača a kol., 1990)
  - Agri Pirimicarb,

- Alfametrin,
- Alfatak.
- **Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hubn)** – Patří mezi nejběžnější škůdce kukuřice, ovšem napadá také proso, čirok či konopí. Při napadení listy dané rostliny zčervenají, posléze žloutnou a zasychají. Poškozené rostliny bývají výrazně napadány velkým množstvím houbových chorob (Holubář a kol., 2014).

Preventivní ochrana tkví zejména v dodržování správné agrotechniky a osevního postupu. Z chemických přípravků je třeba zmínit především: (Čača a kol., 1990)

- Alfametrin,
  - Alfatak.
  - Aztec.
  - **Housenky můry gama (*Autographa gamma* L.)** – Housenky snižují počet rostlin či samotný výnos, případně kvalitu produktu. Na porostu konopí ovšem nezpůsobují výraznější ekonomické ztráty. (Hluchý a kol., 2008)
- Preventivní ochrana tkví zejména v dodržování správné agrotechniky a osevního postupu (Čača a kol., 1990).

Podle Miovského (2008) je dále možné zmínit také Hlízenku obecnou. Ta způsobuje onemocnění bílou hnilobou. Podle Sladkého (2004) se jedná o vůbec nejvýznamnější stonkovou chorobu konopí. Ke škodám na konopí dochází při pěstování na stejném stanovišti. Autor však dodává, že nově vyšlechtěné odrůdy se vyznačují odolností proti napadení.

Z dalších možných nemocí zmiňuje Adams (2012) také plíseň šedou. Podle Šnobla (2004) se po napadení na děložních listech začnou utvářet tmavé skvrny s šedavými houbovými vlákny. Patogen posléze napadá rostliny v průběhu kvetení a zrání (Holubář a kol., 2014).

Z dalších chorob, které je ještě potřeba zmínit, patří podle Miovského (2008) zejména tyto:

- fuzarióza,

- rakovina,
- některé nemoci virového původu.

## 2.5 Chemické složení a účinné látky

Podle Miovskeho (2008) bylo v konopí setém zjištěno celkem 533 látek. Z těchto 533 látek je 103 kanabinoidních (fenolické monoterpenoidní), které se nacházejí jedinečně v této rostlině. Klíčovou psychoaktivní látku představuje  $\Delta$ 9-tetrahydrocannabinol neboli THC. Autor dále dodává, že různé části rostliny, jakož i rostliny pěstované v různých zeměpisných pásmech, obsahují také různé koncentrace této psychoaktivní látky.

Ali a kol. (2012) v této souvislosti vysvětlují, že obecně jsou známy celkem tři základní typy kanabinoidů. Jedná se o tyto uvedené:

- **fyto**kanabinoidy – pocházející právě z konopných rostlin,
- **endok**anabinoidy – tvořící se v lidských a zvířecích tělech,
- **syntetické** kanabinoidy – vyráběné v laboratořích.

Zmiňované rostlinné kanabinoidy se nacházejí především ve žláznatých listenech obalujících plody, dále v samičích květenstvích a také v konopných plevách (Kubánek, 2008).

Podle Kinga a kol. (2004) je tyto látky možné nalézt zejména ve formě kyselin, přičemž až při dozrávání, sušení nebo kouření dekarboxylují (ať už zcela či jen částečně) na neutrální kanabinoidy.

Appendino a kol. (2008) píší, že kanabinoidy je možné rozlišovat na celkem pět hlavních typů:

- $\Delta$ 9-trans-tetrahydrokanabinol (THC),
- Kanabidiol (CBD),
- Kanabinol (CBN),
- Kanabichromen (CBC),
- Kanabigerol (CBG).

Zajímavostí je, že všechny zmiňované typy vykazují antibakteriální účinky proti velice odolnému kmenu bakterie *Staphylococcus aureus* (zlatý stafylokok), ale i mnoha dalším bakteriím (Appendino, 2008).

Grotenhermen (2009) však dodává, že mimo zmiňované základní formy kanabinoidů existují také smíšené formy. Ty se od sebe vzájemně odlišují zejména délkou postranního řetězce připojeného k hlavní molekule.

V konopí je dále prokázán také obsah celkem pětatřiceti sacharidů, dvaceti jednoduchých kyselin, osmnácti aminokyselin, proteinů, kvarterních bází, amidů, aminů, alkoholů, esterů, laktonů, ketonů, vitamínů a uhličitánů. Sekundární metabolity zastupuje silice. Tu tvoří z 85 % terpeny. Silice se skládá z monoterpenů a seskviterpenů jako jsou: (Kubánek, 2008)

- humuleny,
- alfa-pinen,
- beta-pinen,
- limonen,
- myrcen.

V rostlině byly zjištěny také steroidy a alkaloidy hordenin, kanabisativin a anhydrokanabisativin. Nutno ovšem podotknout, že ty jsou v konopí přítomny pouze v nepatrném množství (Kubánek, 2008).

Pokud se zaměříme na semeno konopí, je možné konstatovat, že se jedná o nejúplnější protein v říši zeleniny, neboť je v něm možné nalézt veškeré základní aminokyseliny a mastné kyseliny. Semena konopí obsahují konkrétně: (Leizer a kol., 2000)

- 25 – 30 % oleje,
- 20 – 25 % bílkovin,
- 20 – 30 % sacharidů,
- 10 – 15 % vlákniny,
- stopové množství minerálů – Ca, Mg, Fe,
- vitamíny – řady B, E, K.

Olej semínka se přibližně z 80 % skládá z nenasycených esenciálních mastných kyselin linolové a linoleové. Olej obsahuje také 8 % palmové, stearové a arašídové kyseliny (Robinson, 2004).

## 2.6 Metody stanovení účinných látek

Hned úvodem je nutno říci, že při analýze kanabinoidů v rostlinách konopí je potřeba brát ohled na to, že obsah těchto látek se bude v různých částech rostliny výrazně lišit. Zdaleka nejvyšší obsah kanabinoidů se nachází v samičích květech a v listech z vrcholové části rostliny. Naopak obsah těchto látek ve stonku či v semenech je zcela zanedbatelný. Zároveň je třeba dodat, že obecně není stanovena žádná univerzálně korektní metoda přípravy vzorku k analýze. V tomto ohledu je podstatný zejména účel analýzy a způsob interpretace výsledků (Aquatest, 2005).

Podle Kabátové (2005) se v současnosti ke stanovení kanabinoidů využívá zejména metody plynové chromatografie s použitím FID či MS. Jestliže je zapotřebí rozlišit kyselé a neutrální kanabinoidy, pak je vhodné využít chromatografii na tenké vrstvě či analýzu metodou HPLC.

- **Chromatografie na tenké vrstvě (TLC)** – Jedná se o separační metodu, u které stacionární fázi tvoří vhodný materiál nanesený v rovnoměrné tenké vrstvě na skleněný, kovový či plastový podklad, resp. desku. Samotná separace je založena na: (Český lékopis, 2017)
  - adsorpci,
  - rozdělení,
  - iontové výměně,
  - kombinaci uvedených.

Tato metoda je určena pouze pro předběžnou identifikaci kanabinoidů. Nicméně její využití se osvědčilo jako levná a rychlá alternativa k sofistikovanějším instrumentálním metodám (HPLC, GC) k velice rychlému zjištění přítomnosti kanabinoidů ve vzorku. Nutno podotknout, že účinnost chromatografie na tenké vrstvě je ve srovnání s dalšími chromatografickými metodami velice slabá (Hazeckamp a kol., 2005).

- **Plynová chromatografie (GC)** – Jedná se o separační metodu, která je založená na rozdílu v distribuci látek mezi dvě nemísitelné fáze. Mobilní fázi je



nosný plyn, který se pohybuje přes, případně podél stacionární fáze umístěné v koloně. Tato metoda je založena na mechanismu: (Český lékopis, 2017)

- adsorpce,
- rozdělování,
- vylučování.

Suurkuusk (2010) vysvětluje, že dle evropské legislativy je tato metoda doporučována pro určení koncentrace  $\Delta^9$ -THC ve vzorcích technického konopí. Při použití této metody s detekcí s plamennou ionizací dochází na základě vlivu tepla k dekarboxylaci kanabinoidních kyselin. Metodou lze změřit celkový potenciální obsah kanabinoidů.

Tato metoda má však i určité nevýhody. Díky zahřívání analytu během analýzy nebo přímo v oblasti injektoru totiž dochází k výše zmiňované dekarboxylaci kanabinoidních kyselin na neutrální formu. Ovšem protože většina kanabinoidů se v rostlině konopí vyskytuje ve své kyselé formě, není plynovou chromatografií možné aplikovat k detekci metabolického profilu vzorku konopí, aniž by předtím došlo k derivatizaci. Derivatizace však samozřejmě zvyšuje časové nároky a zároveň způsobuje snížení výtěžnosti analýzy (Hazekamp a kol., 2005).

- **Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)** – Podle Hirta a Vorela (2016) se jedná o chromatografii v kolonovém uspořádání. Látky po rozdělení na koloně pokračují dále do detektoru. Detektorem je zpravidla hmotnostní spektrometr, případně spektrofotometrický detektor (UV-VIS). V některých případech se využívá také fluorescenční, elektrochemický či vodivostní detektor.

Hazekamp a kol. (2005) vysvětlují, že při použití této metody nedochází k dekarboxylaci kyselin, jak je tomu v případě výše uvedené GC metody. Díky tomu je tak právě tuto metodu možné použít k detekci jak konopných kyselin, tak i zásaditých forem kanabinoidů. Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s hmotnostním spektrometrem je nejvhodnější k analýze veškerých sloučenin kanabinoidního charakteru, které se nacházejí ve vzorku, a to i ve stopovém množství. Naopak nevýhodou oproti výše popisované metodě GC je, že v kapalinové chromatografii je menší příspěvek molekulární difúze složek.

Podle Štefana a Hladíka (2012) pak spočívá vůbec největší výhoda této metody zejména v její rychlosti, snadné identifikaci a kvantitativním určení dané látky. Jestliže výše charakterizovanou plynou chromatografií je možné analyzovat pouze pro těkavé látky či látky, které je možné vyššími teplotami nerozložené odpařit, v tomto případě je jedinou podmínkou, aby analyzovaná látka byla rozpustná ve vhodném elučním roztoku.

## **2.7 Farmakologické účinky některých účinných látek**

Švihovec a kol. (2018) vysvětlují, že různorodé kanabinoidy mají kromě samotných psychotropních efektů, jako jsou například euforie, sedace či halucinace, vskutku značné množství dalších farmakologických účinků. Autor zmiňuje tyto:

- analgetické (bez dechové deprese),
- antimetické,
- antispazmoidní,
- antikonvulzivní,
- neuroprotektivní,
- antipsychotické,
- antiastmatické,
- imunosupresivní,
- protizánětlivé,
- antiglaukomatické,
- stimulace růstů kostí,
- a mnohé další.

Zároveň je třeba podotknout, že rostlinné kanabinoidy působí v lidském těle velice podobným způsobem jako i tělu vlastní substance – tzv. endocannabinoidy. Ty vykonávají v lidském těle velké množství zcela přirozených funkcí (Grotenhermen, 2009).

Zejména tetrahydrokanabinoidy mají schopnost vázat se na miniaturní molekulární receptory, které kódují naše geny a aktivují se. Těmito receptory jsou proteiny, které jsou vypouštěny na membránovitý povrch buněk. Vzhledem k tomu, že navazují pouze na molekuly kanabinooidního tvaru, nazývají se tyto malé přijímače souhrnným

označením – receptory kanabinoidů. Rozmanitost fyziologických účinků, které jsou vyvolané požitím konopí, způsobují odlišné buňky a typy tkání v lidském těle, které vypouštějí kanabinoidní receptory (Holland, 2014).

Také Borgelt a kol. (2013) ve své studii zmiňují, že účinky kanabinoidních sloučenin na kanabinoidních receptorech nacházejících se v mozku vyvolávají nejrozličnější farmakologické odezvy založené na vlastnostech a charakteristikách pacienta. Je prokázáno, že  $\Delta^9$ -tetrahydrokanabinol má primární psychoaktivní účinky. Nutno však dodat, že účinky dalších důležitých kanabinoidních sloučenin ještě stále nebyly zcela spolehlivě objasněny.

Účinné látky konopí, a tudíž kanabinoidy, jsou proto mnoho let předmětem intenzivního výzkumu. Cílem je nalézt substance, které by využily jednotlivé výhodné farmakologické efekty, aniž by se objevovaly závažné vedlejší účinky. Účinek kanabinoidů totiž bývá mnohdy dualistický. Nízké a vysoké dávky se mohou vyznačovat odlišnými či až přímo protichůdnými efekty. Tato skutečnost kromě psychotropních účinků dále výrazně komplikuje využití kanabinoidů v terapii. Autoři vysvětlují, že i přes veškeré snahy a také relativně vysoké náklady mají prozatím kanabinoidy v terapii pouze omezené využití (Švihovec a kol., 2018).

Borgelt a kol. (2013) na závěr dodávají, že obavy, které se týkají bezpečnosti užívání konopí, zahrnují zejména tyto uvedené skutečnosti:

- zvýšené riziko vývoje schizofrenie,
- zhoršení paměti a poznávání,
- náhodná konzumace konopí dítětem,
- nedostatek bezpečnostních obalů pro konopí ve formě léků.

## **2.8 Současné využití rostliny a jejich účinných látek v ČR a ve světě**

Konopí je možné označit za skutečně výjimečnou rostlinu, která patří mezi vůbec nejstarší víceúčelové ekonomické rostliny. Vždy bylo pěstováno pro vlákna, jedlá semena či psychoaktivní látky (Fišar, 2006).

Také Šířoká (2009) píše, že konopí seté je možné označit za všestranně využitelnou plodinu, ze které je možné vyrobit až 25 000 recyklovatelných produktů. Ve světě se konopí využívá zejména tímto způsobem:

- **konopný textil** – vlákno z této rostliny je velice pevné a má dlouhou trvanlivost. Představuje náhradu bavlny, pro kterou jsou charakteristické její vysoké nároky na pesticidy a zavlažování. Díky moderním postupům zpracování lze míchat konopnou přízi s hedvábím, lycrou, vlnou, nebo jinými běžně používanými materiály. Zajímavostí je, že oděv zhotovený z konopného textilu má schopnost zadržovat ultrafialové záření, dobře odvádí pot a díky skutečnosti, že vlákno postrádá bílkoviny, je přirozeně chráněno před moly (Ruman, 2008).

Pokud je toto vlákno upraveno vhodným způsobem, je podle Robinsona (2000) dokonce měkčí než bavlna. Konopné vlákno je navíc výborně barvitelné.

- **papírenský průmysl** – jedná se o velice vhodnou surovinu, kterou je možné využít pro výrobu papíru nejvyšší kvality. Vlákno z této rostliny je běžně využíváno jako přídavek lněného vlákna a bavlny v rámci výroby bankovek. Vyrábí se z něj taktéž cigaretový papír, a to zejména díky jeho pevnosti, a také poměrně velké ekologické čistotě. Pokud konopné vlákno srovnáme se dřevem, je možné konstatovat, že obsahuje jen mizivé procento ligninu, které se musí z dřevní hmoty za vysokých nákladů odstraňovat (Sladký, 2004).
- **stavebnictví** – jako přísadu do betonu je možné použít konopnou vlnu. Díky tomu dochází k jeho odlehčení, zpevnění a zvýšení pružnosti až o jednu třetinu. Konopný olej nachází své využití při výrobě barev, laků či tmelů. (Kubánek, 2008)

**potravinářství** – konopné semeno bývá v potravinářském průmyslu využíváno jako surové či ve formě oleje. Olej je zpracováván lisováním za studena či za tepla. Pro potravinářské účely bývá často využíváno studené nebo super studené lisování, neboť takto je zachován charakter tuků a obsah nenasycených mastných kyselin. Barva oleje je zelená, a to díky obsahu chlorofylu. Olej je využíván k přípravě marinád, pomazánek, nebo jako příloha do salátů (Sladký, 2004).

Rozemletím pokrutin je možné vyrobit konopnou mouku, kterou je však doporučováno díky její těžkosti kombinovat s jinými typy mouky. Výtažek z listů či květů je využíván pro výrobu sirupů nebo ochucení vína (Ruman, 2008).

- **farmacie** – konopí je rostlinou, kterou si lidstvo už od pradávna cenilo pro tyto účinky: (Rätsch, 2013)
  - antibiotické,
  - antibakteriální,
  - analgetické.

Ještě do minulého století byly všechny léčivé látky z této rostliny volně dostupné, a to jak v Evropě, tak v USA. V roce 1941 však došlo k vyškrtnutí asi 300 přípravků z konopí a prakticky od této chvíle byly přípravky z této rostliny považovány za zastaralé. O léčivých účincích konopí však bylo dodnes vypracováno obrovské množství seriózních studií a jeho využití ve farmaceutickém průmyslu začíná postupně opět nabírat na síle. Preparáty z konopí se dnes běžně využívají při léčbě nebo zmírňování příznaků následujících onemocnění: (Rätsch, 2013).

- rakovina,
- AIDS,
- zelený zákal,
- roztroušená skleróza,
- epilepsie,
- Parkinsonova nemoc,
- alergické astma,
- různé bolesti.

Rostlina má navíc široké uplatnění také v kosmetice a při osobní hygieně. Vyrábí se z ní masti, oleje, mýdla, šampóny či balzámy na rty (Robinson, 2000).

V podmínkách České republiky je pak konopí využíváno především v těchto oblastech: (Široká, 2009).

- produkce krátkého vlákna k technickému využití, a to především pro netkaný textil,
- papírenský průmysl,
- automobilový průmysl,
- stavební průmysl,
- stavební účely.

V České republice se například používá technologie výroby papíru právě z konopného vlákna, protože se jedná o velice vhodnou surovinu na výrobu těch nejkvalitnějších papírů, jak již bylo zmíněno výše (tj. výroba bankovek, cigaretových papírů či papírů do tiskáren). Bohužel díky nedostatečné úrovni pěstování konopí u nás se do Olšanských papíren musí tato surovina také dovážet (Konopí – biomasa pro život, 2007).

Kabátová (2005) dodává, že konopí je také velice důležitá technická rostlina, která se v povolených odrůdách s obsahem  $\Delta 9$ -THC nižším než 0,3 % vrací po mnoha letech útlumu do zemědělské výroby taktéž právě v České republice.

Dnešní svět však vidí konopí spíše jako problém marihuany. Jedná se pochopitelně o drogu a zakázanou látku. V České republice, a nutno podotknout, že je tomu tak zejména díky relativně dobré dostupnosti konopí, jeho psychoaktivní účinky někdy v životě vyzkoušelo asi 25 % dospělých osob. U mladistvých se prevalence užití někdy v životě pohybuje mezi 40 až 50 % (Švihovec a kol., 2018).

## **2.9 Vliv technologie pěstování na obsah účinných látek**

Pacifiko a kol. (2008) vysvětlují, že obsah účinných látek v konopí, tudíž obsah kanabinoidů, je přímo závislý na několika základních faktorech. Kromě samotných genetických předpokladů se jedná několik vnějších vlivů, jako jsou:

- sucho,
- teplo,
- typ půdy,
- výživa,
- škůdci,
- bakterie,

- plísně,
- UV záření.

Při experimentálních pokusech byla například prokázána větší přítomnost pryskyřičných žlázek u těch rostlin, které byly pěstované v suchých oblastech, a vyšší obsah kanabinoidu v pylu konopí při nižší vlhkosti. Dále byl potvrzen vyšší obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu u konopí, které bylo pěstováno v kontinentálním podnebí než v podnebí přímořském v Itálii. Rovněž bylo zjištěno, že čím horší podmínky měly rostliny pro svůj růst, tím větší byl naopak obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu. Jinak řečeno, jestli bude převládat vyšší míra růstového stresu, pak bude patrný větší obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu (Dupal, 1996).

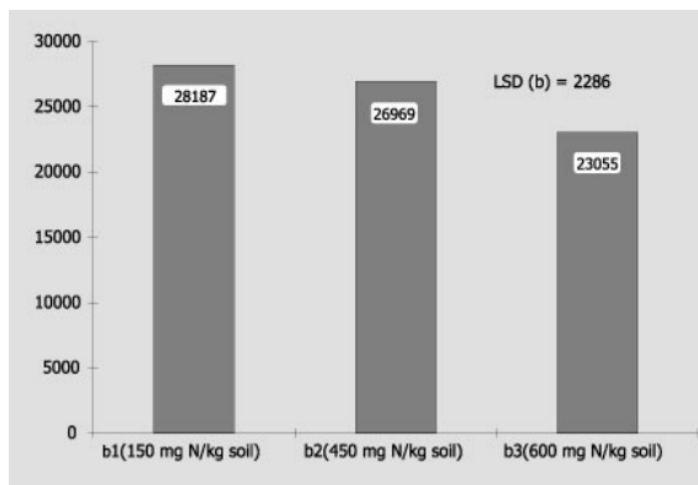
Podle autorů například vysoké hnojení dusíkem způsobuje, že v listech konopí dochází ke snižování obsahu účinné látky – THC (Pacifiko a kol., 2008).

Tuto skutečnost potvrzují také Bócsa a kol. (1997), kteří rovněž píšou, že vysoké dávky dusíku redukuje obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu v rostlině. Autoři dále vysvětlují, že vyváženost minerálních látek v půdě zřejmě obecně ovlivňuje produkci kanabinoidů. Totiž studie prováděné na rostlinách konopí potvrzují vliv koncentrací K, P, Ca a N v půdě. Ovšem vliv P, Ca a N byl naopak pozitivní. Především byl zjištěn jednoznačně negativní vliv draslíku na obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu. Pro syntézu  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu je velice důležitá také optimální hladina Fe a Mg v půdě.

Například v případě jamajského konopí byl zaznamenán vyšší obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu v souvislosti s použitím organických hnojiv (Bócsa a kol., 1997).

Výše zmiňovaný vliv hnojení dusíkem na obsah  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu v listech konopí setého je zaznamenán na přiloženém grafu (viz graf č. 2):

Graf č.2 - Vliv hnojení dusíkem na obsah THC v listech konopí setého



Zdroj: Bócsa a kol., 1997.

Důležité je zmínit rovněž teplotu, neboť také ona ovlivňuje množství kanabinoidů. Nutno však dodat, že je tomu tak zřejmě pouze v souvislosti s mírou dostupnosti vláhy. Konkrétně byl zjištěn jak zvýšený, tak naopak i snížený obsah kanabinoidů při teplotě 32 °C oproti teplotě 22 °C. Je ovšem zapotřebí dalších studií vlivu teploty na produkci  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu (Sladký, 2004).

Některými faktory ovlivňujícími obsah účinných látek v konopí se detailněji zabývá také Ranalli (1999). Ten vysvětluje, že ke zvýšené tvorbě pryskyřice napomáhá například také mezidruhová konkurence. Totiž terpeny jsou nápomocné v potlačení růstu okolní vegetace. Mladé rostliny ještě nedokáží plně vytvářet terpeny.

Autor dále zmiňuje rovněž souvislost ovlivňování produkce  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu s ultrafialovým zářením. Ačkoliv je sluneční záření nutné pro fotosyntézu, zároveň obsahuje biologicky destruktivní ultrafialové záření. Při experimentech bylo zjištěno, že dochází k ovlivňování množství produkce  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu při stresu způsobeném UV-B zářením. Konkrétně rostliny konopí produkovaly větší množství  $\Delta$ -9-tetrahydrocannabinolu, jestliže byly vystaveny vysokému působení UV-B záření (Ranalli, 1999).

Nakonec je možné zmínit, že i poškození rostlin konopí hmyzími škůdci dokáže zvyšovat produkci pryskyřice. Tento růst je reakcí na vysušení místa v oblasti



poškození cévy rostliny. Prostřednictvím tvorby kanabinoidů se konopí snaží tento stres snižovat, neboť rostlina má celkem tři prokázané obranné mechanismy: (Ranalli, 1999).

- husté pokrytí nežláznatými trichomy,
- uvolňování těkavých terpenoidů,
- vyměšování lepkavých kanabinoidů.

## **2.10 Problematika biotického a abiotického stresu u rostlin**

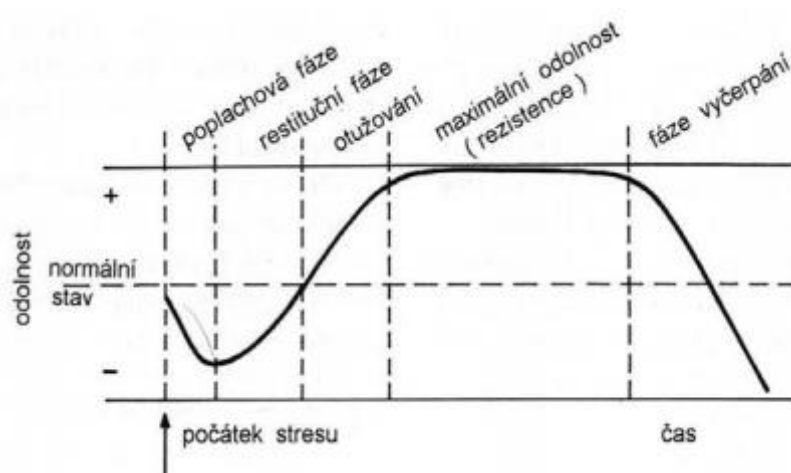
Životní prostředí rostliny je souhrnem vnějších prostorových podmínek a vnějších činitelů, přičemž právě jejich působení je rostlina vystavena a aktivně na ně reaguje. Růst a vývoj rostliny je pak kromě sluneční energie, jakož i teploty, vláh a minerálních látek, značně ovlivněn také působením ostatních živých organismů (Moricová a kol., 2014).

Pro existenci rostliny je však klíčové působení extrémních podmínek, nutících rostlinu aktivovat určité obranné reakce. Tento stav je označován jako stres. Jinak řečeno, jde o stav rostliny, která reaguje na působení zátěžových, tzn. stresových faktorů neboli tzv. stresorů, a to tím, že aktivuje své obranné mechanismy (Procházka, 1998).

Původní definice stresu vycházela z názvosloví užívaného ve fyzikálních a technických oborech. Ve druhé polovině minulého století J. Levitt termín stres vymezil jako nepříznivý zátěžový činitel, který v daném objektu (v tomto případě je to rostlina), na který působí, vyvolává změnu jeho vlastností či funkcí. Současné vymezení vychází z koncepce stresu v medicíně a fyziologii živočichů (Procházka, 1998).

Idealizovaný průběh stresové reakce je pak znázorněn na obrázku přiloženém níže (viz obrázek č. 6):

Obrázek č.6 - Idealizovaný průběh stresové reakce



Zdroj: Procházka, 1998.

Stresory působí na celou rostlinu. Tím se má na mysli, že působí na kořeny, jakož i nadzemní a podzemní část a také na vyvíjející se semena. Na základě kompenzačních procesů je rostlina schopna nového stavu. Ovšem pokud rostlina vliv stresorů nezvládne, dochází k jejímu uhynutí (Bláha a kol., 2003).

Stresory je možné obecně dělit na biotické a abiotické (Pavlová, 2005).

- **Biotický stres** – má povahu biologickou. Do biotického stresu je možné zařadit: (Mahajan a Tuteja, 2005).
  - působení patogenů – tzn. viry, mikroby či houby,
  - působení konkurenčních druhů rostlin,
  - poškození rostliny živočichy.
- **Abiotický stres** – má povahu fyzikální nebo chemickou. Je možné jej označit za nejdůležitější negativní faktor, který dokáže ovlivnit výnosy zemědělských plodin. Běžně dokáže způsobit až 50 % ztráty na úrodě. Do abiotického stresu je možné zařadit: (Mahajan a Tuteja, 2005, Kužel et al. 2006, 2009, 2015).
  - extrémní teploty (chlad, mráz či naopak příliš vysoké teploty),
  - salinita,
  - sucho,
  - záplavy,
  - vysoká intenzita záření,

- chemické polutanty,
- oxidativní stres,
- nedostatek živin v půdě,
- mechanické poškození.

Přehled nejvýznamnějších stresových faktorů, se kterými se mohou rostliny setkat v přírodě podle Procházky (1998), je uveden na obrázku přiloženém níže (viz obrázek č. 7):

Obrázek č.7 - Přehled abiotických a biotických stresových faktorů



Zdroj: Procházka, 1998.

### 2.10.1 Elicitace a elicitory

V souvislosti s tématem této práce je zapotřebí také více přiblížit problematiku elicítace. Podle Kužela et al. (2007,2008,2009) a Cíglera et al. (2006, 2015) představuje elicítace metodu, která je schopná u rostliny vyvolat stres, jež aktivuje její obranné reakce.

Jedná se o intenzivně zkoumanou metodu, která je založená na skutečnosti, že akumulace mnoha sekundárních látek v explantovaných kulturách a rostlinách je součástí jejich reakce vůči působení stresových vlivů, tzn. vůči působení elicitorů (Siatka et. al, 2011).

Z dlouholetého výzkumu Kužela et al. (2003, 2007, 2008, 2009) a prací Hrubého et al. (2002), Tlustoše et al. (2005) a Cíglera et al. (2006, 2010, 2015) vyplývá, že není jednoduché užití stresorů (elicatorů), pokud chci vyvolat v rostlinách příslušnou pozitivní odezvu na směr k rostlině vyvolaný optimální stres. Je důležité zohlednit látku, její koncentraci, dobu postřiku, násobnost postřiku, druh rostliny, její věk a orgány, na které se elicitor aplikuje, včetně způsobu aplikace, protože to vše může ovlivnit působení elicitoru a konečný výsledek, který se projeví zvýšeným výnosem a jeho vyšší kvalitou. U léčivých rostlin je to zvýšený obsah sekundárních metabolitů, kterými se rostlina brání proti přicházejícímu skutečnému nebo pouze uměle vyvolanému stresu, kdy rostlina dostane pouze informaci o tom, že přichází stres, který u ní vyvolá obrannou reakci a ve skutečnosti stres vůbec nepřijde. Tyto sekundární metabolity jsou současně biologicky účinnými látkami s léčivými účinky. Autoři v rámci výzkumu použili řadu elicitorů jako kyselina acetylsalicylová, kyselina salicylová, metylsalicylát a askorbát titanu a další. Výsledky výzkumu ochránili v rámci patentové ochrany formou českého patentu CZ -296300, (CÍGLER P., HRUBÝ M., KUŽEL S. (2006). PŘÍPRAVEK PRO INDUKCI ZVÝŠENÍ TVORBY BIOAKTIVNÍCH SLOUČENIN. 2006. ČESKÝ PATENT CZ-296300, ÚPV PRAHA), a evropského patentu EP 1750507, CÍGLER, P., HRUBÝ, M., KUŽEL, S. (2015). THE PREPARATION FOR THE INDUCTION OF INCREASED FORMATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN PLANTS AND ITS USE. EVROPSKÝ PATENTOVÝ ÚŘAD 2015. EP 1750507, kde je patentově kryto použití více než 1500 různých elicitorů. Kolektiv autorů prodal licenci patentů firmě AGRA GROUP a.s., která ji ve svém produktovém portfoliu u řady produktů využívá. Jedním z produktů je i v práci použitý NanoFyt Si®.

Elicitace je jednoduchá a ekonomicky výhodná metoda bez výraznějších nároků na prostředí. Tato metoda je často používána v in vitro kulturách rostlin. Elicitace se uskutečňuje přidáním elicitoru do růstového média. Toto vede ke zvýšení biosyntézy sekundárních metabolitů, které normálně slouží k obraně rostliny. (Kužel et al., 2006, 2007, 2009, 2015).

Samotný elicitor je pak teda možné vymezit jako biologicky aktivní látku, která je v rostlině schopná vyvolat obrannou reakci. Elicitory je možné členit následujícím způsobem: (Bláha a kol., 2003).

- **elicitory exogenní** – jedná se o metabolity patogenu. Kupříkladu může jít o některé:
  - polysacharidy,
  - specifické enzymy,
  - peptidy.
- **elicitory endogenní** – uvolňují se z porušených buněčných stěn organismů. Kupříkladu může jít o:
  - oligoglukany,
  - oligomery chitinu,
  - oligogalakturonany.

Podle Radmana a kol. (2003) je však elicitory možné členit z několika dalších hledisek, a to takto:

- elicitory fyzikální či chemické,
- elicitory komplexního složení a definovaného složení.
- elicitory abiotické a biotické,

### **2.10.2 Biotické a abiotické elicitory**

V souvislosti s tématem této práce nás zajímají zejména elicitory biotické a elicitory abiotické. Zmiňované abiotické elicitory bývají zpravidla menšího zájmu než elicitory biotické. V praxi se zpravidla využívá chemicky čistých sloučenin či jednoduchých kovů, jakož i vzácných kovů, které jsou aplikovány ve vodném roztoku o velice nízké koncentraci. Mezi biotické stresory je možné řadit zejména patogenní mikroorganismy, jako jsou kupříkladu viry, bakterie, houby, hmyzí nebo živočišní škůdci, ale taktéž rostliny. Biotické elicitory komplexního složení bývají zpravidla homogenity virů, bakterií či hub. Biotické elicitory na bázi organických sloučenin rovněž představují velice širokou skupinu látek, které mají stimulační účinky, přičemž je nutno říci, že množství nově objasněných molekulárních struktur rozličných biotických elicitorů neustále narůstá. Je možné sem řadit různé: (Anderson, 1975, Hahn 1989).

- proteiny,
- glykoproteiny,

- oligosacharidy,
- rostlinné hormony.

Optimální koncentrace stejného elicitoru u různých kultur in vitro v případě jeho pozitivního účinku není možné generalizovat. Je skutečně velice specifická, mimo jiné pro tu kterou kulturu a dobu elicítace. Účinnost elicítace pak bude záviset na velkém množství faktorů, které navíc mnohdy působí synergicky (Pexídr, 2004; Kužel et al. 2006, 2015).

Podle Siatka (2007) ovšem do dnešní doby není zcela uspokojivě vysvětlen mechanismus účinku biotických a abiotických elicitorů. Rovněž není dostatečně objasněna ani struktura biosyntetických drah sekundárního metabolismu rostlin.

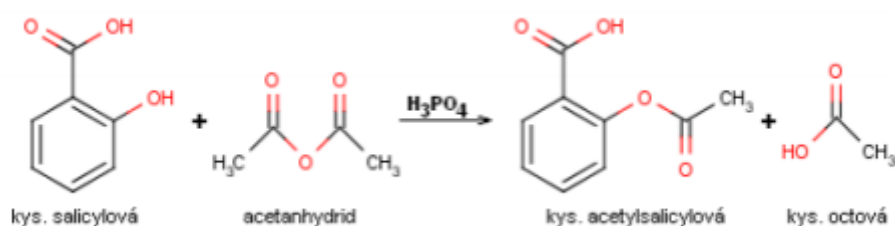
### **2.10.3 Elicitor ASA (kyselina acetylsalicylová)**

Kyselina acetylsalicylová (ASA) patří do fenolytických kyselin. Jakožto derivát kyseliny salicylové je možné ji běžně nalézt například v léku známém jako Aspirin. Je využívána k léčbě bolesti končetin či hlavy, jakož i při akutních bolestech svalů, šlach nebo kloubů. V případě akutních a chronických zánětů je schopná snížit zánětlivou reakci. Zabraňuje shlukování krevních destiček, trombocytů. ASA tudíž ovlivňuje srážení krve tím, že zabraňuje agregaci trombocytů (Noresti, 2017).

Podle Novákové (2011) vzniká ASA při esterifikaci fenolové skupiny. K tomu dochází zahříváním kyseliny salicylové s acetanhydridem za přítomnosti kyseliny fosforečné.

Vznik kyseliny acetylsalicylové z kyseliny salicylové je znázorněn na obrázku přiloženém níže (viz obrázek č. 8):

Obrázek č.8 - Vznik ASA z SA



Zdroj: Nováková, 2011.

Podle Kašparové a Siatka (2002) působí kyselina acetylsalicylová v rostlinách jako induktor exprese obranných proteinů. Na základě této skutečnosti je možné ji zahrnovat mezi biotické elicitory.

#### 2.10.4 NanoFYT Si®

Vynikající vlastnosti přípravku NanoFYT Si® jsou dány komplexem působení jak nanočástic křemíku, tak i přírodních esterů. Dle maloparcelkového pokusu u obilnin bylo zjištěno, že nad 0,4 l/ha se potvrdilo u obilnin jako zbytečné (Agra group, 2017). NanoFyt Si® je uváděn do oběhu jako pomocná látka, číslo registrace ÚKZÚZ 3835. Preparát byl vyvinut na základě českého CZ-296300 a evropského EP 1750507 patentů autorského kolektivu CÍGLER, P., HRUBÝ, M., KUŽEL, S. (2006, 2015). Je v produktové nabídce společnosti AGRA GROUP a.s. Střelské Hoštice. Přípravek NanoFYT Si® obsahuje křemík ve formě stabilizovaných nanočástic hydratovaného oxidu křemičitého o průměru přibližně 15 nm. Tyto nanočástice byly vyvinuty speciálně pro foliární aplikace a působí v listech jako specifický zdroj křemíku, který se může aktivně zapojit do metabolismu rostliny. Nanorozměry částic jsou zodpovědné za zvláštní vlastnosti přípravku a souvisí s jeho vysokou účinností. Přípravek obsahuje jako formulační látky také přírodní estery, přičemž aplikace komplexu nanočástic obsahujících křemík spolu s těmito přírodními estery působí příznivě na kondici pěstovaných kultur a výrazně přispívá k omezení biotických a abiotických stresů během vegetace. Vynikající vlastnosti přípravku NanoFYT Si® jsou tedy dány komplexem působení jak nanočástic křemíku, tak i přírodních esterů a ve svých účincích se vzájemně synergicky podporují (Agra group, 2017).

### Rozsah a způsob použití:

Přípravek je určen k aplikaci na list během vegetace. Aplikaci lze provádět pozemně postřikovači či letecky.

### Při aplikaci dbáme těchto zásad:

1. Nepřekračujeme doporučenou koncentraci živného roztoku.
2. Nestříkáme při prudkém slunci a vysokých teplotách; nejlepší je ranní (po sejití rosy) nebo pozdně odpolední aplikace, postřik před deštěm nebo za deště není účinný.
3. Nestříkáme porosty fyziologicky či mechanicky poškozené, silně napadené chorobami a škůdci či porosty silně stresované.
4. Připravenou postřikovou jichu za stálého míchání ihned aplikujeme až do úplného spotřebování (Agra group, 2017).



### 3 Cíl práce a metodika

#### 3.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je vyhodnotit vliv elicitorů na obsah účinných látek obsažených v konopí setém (*Cannabis sativa* L.) Dále vypracovat literární rešerši na zadané téma a vyhodnotit statisticky výsledky maloparcelkového pokusu provedeného školitelem.

#### 3.2 Metodika

Ve své práci jsem postupoval dle zadání a cílů od vedoucího diplomové práce prof. Ing. Stanislava Kužela, CSc., dle stanovené metodiky.

Obrázek č.9 - Schéma maloparcelkového pokusu

orientace: plechové burčky	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59	P60
	P46	P47	P48	P49	P50	P45	P44	P43	P42	P41
	P31	P32	P33	P 34	P35	P36	P37	P38	P39	P40
	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30
	P16	P17	P18	P19	P20	P15	P14	P13	P12	P11
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10

orientace: pozemek PF JU

Bialobrzeskíe
Fibrol
Fedora
Finola

Pro tuto práci byly z maloparcelkového pokusu, který byl poněkud rozsáhlejší, vybrány parcelky:

P01 Voda; P02 3ASA; P03 4ASA; P04 5 ASA; P14 NanoFyt Si® pro odrůdu Finola

P16 Voda; P17 3ASA; P18 4ASA; P19 5 ASA; P29 NanoFyt Si® pro odrůdu Fedora

P31 Voda; P32 3ASA; P33 4ASA; P34 5 SA; P44 NanoFyt Si® pro odrůdu Fibrol

P46 Voda; P47 3ASA; P48 4ASA; P49 5 SA; P59 NanoFyt Si® pro odrůdu Bialobrzeskie

Obrázek č.10 - Schéma pokusu ve skleníku

orientace: Věhová	Voda S01	Voda S05			ASA4 S17	ASA4 S21				
	Voda S02	Voda S06			ASA4 S18	ASA4 S22			Nanofyt S33	Nanofyt S37
	Voda S03	Voda S07	ASA5 S9	ASA5 S13	ASA4 S19	ASA4 S23	ASA3 S25	ASA3 S29	Nanofyt S34	Nanofyt S38
	Voda S04	Voda S08	ASA5 S10	ASA5 S014	ASA4 S20	ASA4 S24	ASA3 S26	ASA3 S30	Nanofyt S35	Nanofyt S39
			ASA5 S11	ASA5 S015			ASA3 S27	ASA3 S31	Nanofyt S36	Nanofyt S40
			ASA5 S12	ASA5 S16			ASA3 S28	ASA3 S32		

Ve skleníku byla pěstována odrůda Fedora.

### 3.2.1 Příprava vzorku

Z usušených květů konopí byly připraveny vzorky (homogenizace mletím), které byly rozemlety na jemno pomocí elektrického mlýnku (IKA A 11; IKA Werke GMBH&Co KG, Německo). Následně byla provedena extrakce směs 9:1 methanol/chloroform (% v/v).

### 3.2.2 Analýza vzorků

Analýza vzorků extraktu byla provedena pomocí UHPLC s UV/Vis detekcí. S ohledem na dostupnost standardů byl stanoven obsah některých účinných látek technického konopí (CBD; CBDA; CBD+CBDA; THC; THCA; THC+THCA; CBN, CBG. Pro UHPLC s UV/Vis detekcí byl použit systém Thermo UltiMate 3000 - pumpa LPG 3400RS, kolonový termostat TCC 3000RS, autosampler WPS 3000RS, detektor DAD 3000RS. Chromatografická separace probíhala na analytické koloně Agilent Eclipse Plus C18 150x2,1 mm, 1,8μm + předkolona Agilent SB-C18 5x2,1 mm, 1,8μm s mobilními fázemi: A – 2 mM mravenčan amonný, 0.1% kyselina mravenčí ve vodě; B - ACN (čistota pro HPLC).

Použita byla chromatografická metoda gradientové eluce s následujícím průběhem: čas [min] - průtok [ml/min]-A[%] - B[%] - 0,000 – 0,400 - 25 – 75; 1,500 – 0,400 - 25 –

75; 9,000 – 0,400 - 0 – 100; 10,200 – 0,400 - 0 – 100; 12,000 – 0,400 - 25 – 75; 15,000 – 0,400 - 25 – 75.

Teplota kolony 30,0 °C, teplota autosampleru 10,0 °C, nástřik vzorku 3 µl.

UV/Vis-frekvence sběru dat 50.0 Hz, měřeno při 8 vlnových délkách [nm]: 200,0; 210,0; 220,0; 230,0, 254,0; 280,0; 320,0; 400,0 + měřeno UV spektrum v rozsahu 190-400 nm.

### **3.2.3 Příprava kalibrační křivky**

Kalibrační křivky pro kvantitavní analýzu vybraných účinných látek konopí byly sestaveny z 9 bodů (koncentrace 1µg/ml, 3µg/ml, 10µg/ml, 30 µg/ml, 100 µg/ml, 0,3 mg/ml, 1 mg/ml, 3mg/ml, 10 mg/ml)). Křivka byla provedena stejným způsobem jako extrakty vzorků konopí.

Zpracování vzorků a jejich příprava k extrakci, příprava extraktů a analýza vzorků byla provedena pracovníky laboratoře Forezních analýz biologických látek VŠCHT Praha pod vedením Ing. Kuchaře v rámci společného pokusu Ing. Kuchaře a prof. Kužela, který studoval vliv elicitorů na obsah účinných látek v technickém konopí.

## 4 Výsledky

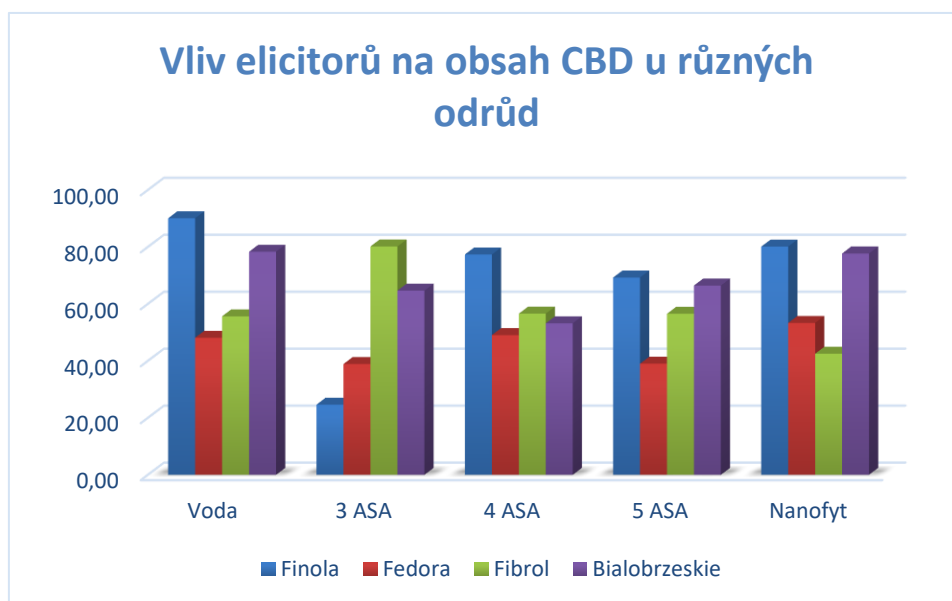
4.1 Výsledky z maloparcelkového polního pokusu s odrůdami technického konopí setého (*Cannabis sativa* L.) provedeném na pokusném pozemku ZF JU v Č. B.

Výsledky analýzy vzorků konopí.

Pro přehlednost se jedná o relativní poměry jednotlivých látek, čísla nejsou absolutní hodnoty například v mg/g, ale o relativní poměr plochy píků kanabinoidů. Na absolutní hodnoty lze výsledky přepočítat podle zvolených navážek, ale poměr číselných hodnot zůstane stejný.

Školitel považuje za lepší pracovat s relativními poměry píků než s procenty obsahu kanabinoidů. Z výsledků je patrný rozdíl v obsahu kanabinoidů mezi jednotlivými kultivary konopí i mezi vodou a jednotlivými postřiky elicitory.

Graf č.3 - Vliv elicitorů na obsah CBD u různých odrůd



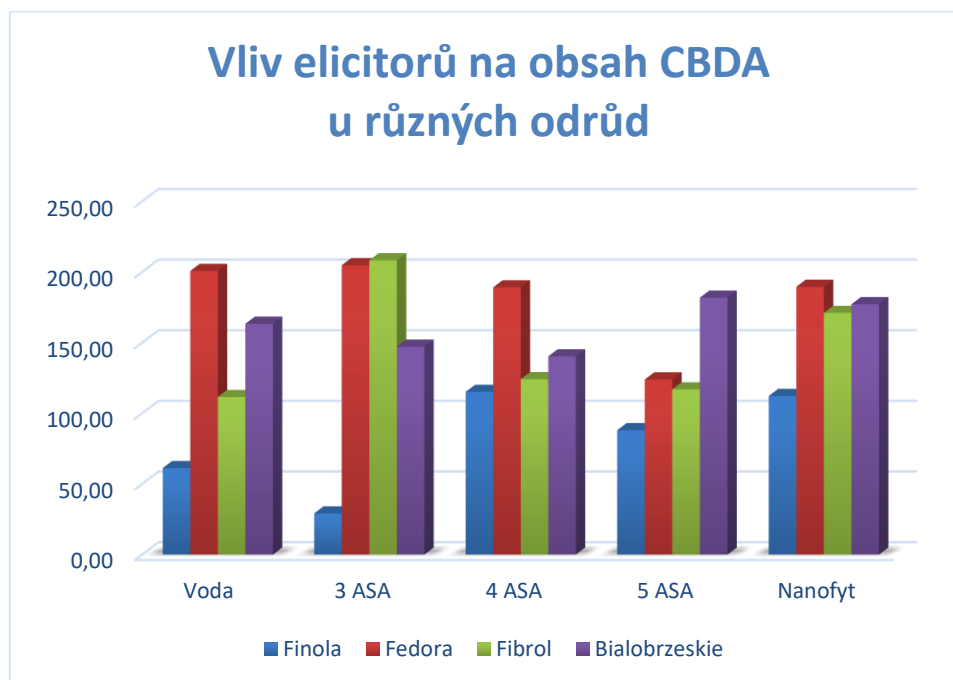
**Finola** – Všechny použité elicitory snížili obsah CBD. K nejvyššímu snížení obsahu o 72,7 % došlo v případě použití elicitoru 3 ASA. Nejmenší snížení obsahu CBD bylo pozorováno ve variantě NanoFYT Si®. U variant 5 ASA se obsah CBD snížil o 23,1 % a 4 ASA o 14,1 % oproti kontrole.

**Fedora** - U odrůdy Fedora došlo ke snížení obsahu CBD oproti kontrole působením elicitoru 3 ASA o 19,1 %, 5 ASA o 18,9 %. Zvýšení obsahu CBD bylo dosaženo působením elicitoru NanoFYT Si® a to o 10 %, u 4 ASA o 0,2 %.

**Fibrol** – Největší negativní vliv na obsah CBD u odrůdy fibrol měl elicitor NanoFYT Si®. V tomto případě došlo ke snížení obsahu CBD ve srovnání s kontrolou o 23,6 %. Největšího pozitivního účinku na obsah CBD bylo dosaženo při použití 3 ASA, kdy se zvýšil obsah CBD v květu konopí o 44 %. Koncentrace elicitoru 4 ASA a 5 ASA také pozitivně ovlivnili obsah sledované látky ve srovnání s kontrolou o 1 % (4 ASA) a o 2 % (5 ASA).

**Bialobrzeskie** – Při použití elicitoru 4 ASA se snížil obsah účinné látky o 32,1 %, 3ASA o 17,5 %, 5 ASA o 15,2 %. Z grafu je patrné, že v případě postřiku elicitem NanoFYT Si® se obsah CBD vůči kontrole prakticky nezměnil.

Graf č.4 - Vliv elicitorů na obsah CBDA u sledovaných odrůd



**Finola** – Při působení elicitorů NanoFYT Si® a 4 ASA bylo dosaženo podobných hodnot. Vliv těchto dvou elicitorů na obsah CBDA byl pozitivní se zvýšením obsahu účinné látky o 83,3 % (NanoFYT Si®) a 88,13 % (4 ASA). Aplikací elicitoru 3 ASA

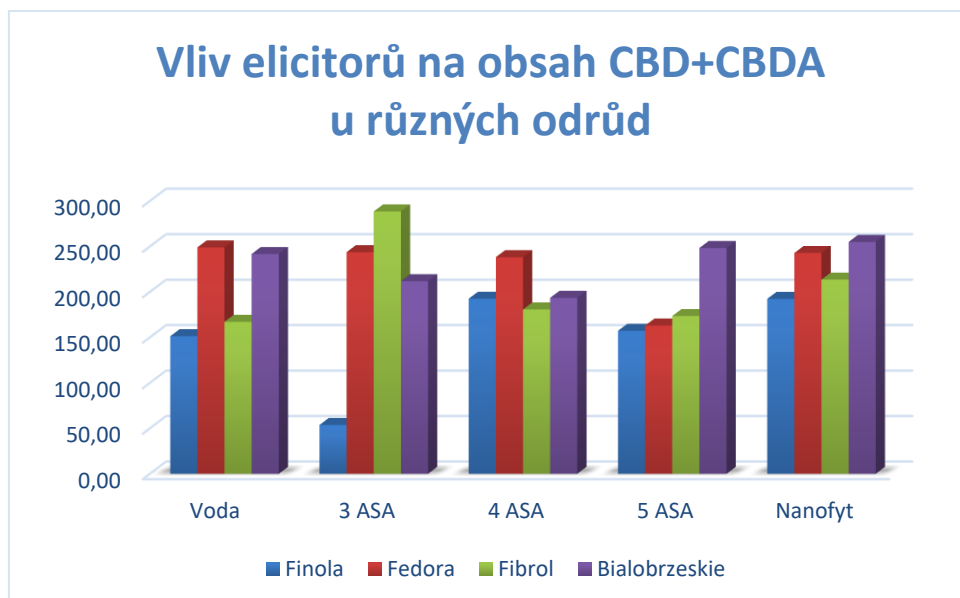
došlo k výraznému snížení obsahu CBDA o 52,5 %. V případě aplikace 5 ASA mělo místo též snížení koncentrace CBDA o 43,7 %.

**Fedora** – U elicitoru 5 ASA došlo ke snížení obsahu CBDA o 38,3 %, u 4 ASA a NanoFYT Si® o 5,8 % oproti kontrole. Použití 3ASA obsah CBDA mírně zvýšilo o 2 %.

**Fibrol** – Působením všech elicitorů byl obsah CBDA zvýšen. Z grafu lze vyčíst, že největší pozitivní vliv měla koncentrace 3 ASA. Ta zvýšila obsah CBDA o 86,8 %. Nanofyt zvýšil obsah CBDA o 53,4, 4 ASA o 11,3 %, 5 ASA o 4,9 % oproti kontrole.

**Bialobrzeskie** – K největšímu snížení obsahu CBDA došlo působením elicitoru 4 ASA o 14,1 % u 3 ASA o 10 %. Vliv elicitoru 5 ASA zvýšil obsah CBDA o 11,3 %, NanoFYT Si® o 8,5 %.

Graf č.5 - Vliv elicitorů na obsah účinných látek CBD+CBDA u různých odrůd



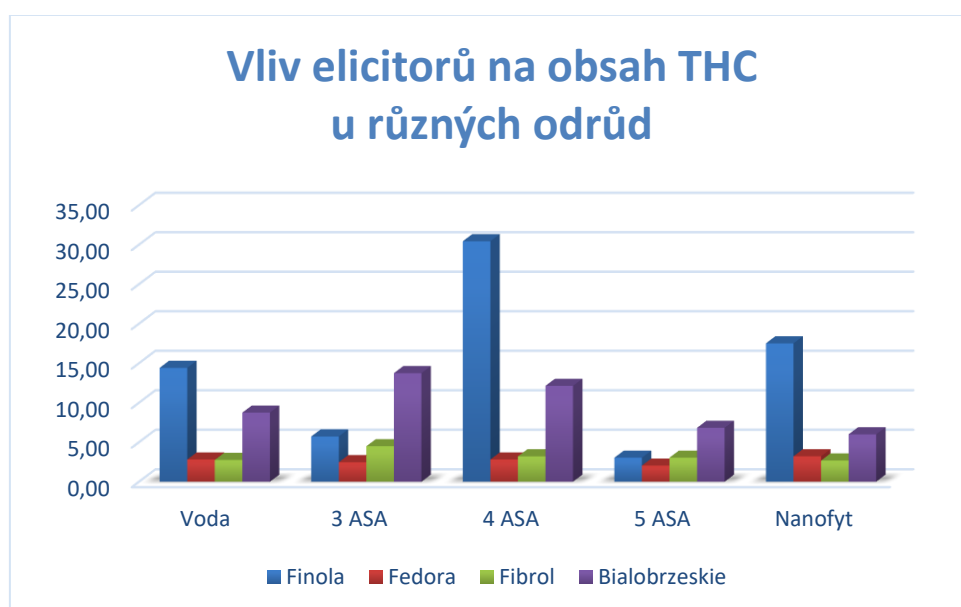
**Finola** – Vliv elicitoru 3 ASA snížil obsah CBD+CBDA v květu konopí nejvíce, konkrétně o 64,5 %. Ostatní ošetření měla pozitivní vliv na koncentraci sledovaných účinných látek. Největší pozitivní vliv na obsah CBD+CBDA byl u 4 ASA. o 27,1 %. V případě 5 ASA bylo pozorováno mírné zvýšení o 3,9 %. NanoFYT Si® zvýšil obsah CBD+CBDA o 27,1 oproti kontrole%.

**Fedora** – Všechny použité elicitory snižovaly obsah CBD+CBDA oproti kontrole. Nejmenší snížení obsahu se projevilo u 3 ASA o 2,1 %. Také v případě použití 4 ASA mělo místo nízké snížení obsahu o 4,3 %. Nejvyšší snížení obsahu CBD+CBDA bylo u 5 ASA o (34,5 %). U NanoFYT Si® došlo také ke snížení obsahu CBD+CBDA o 2,4 % oproti kontrole.

**Fibrol** – U odrůdy fibrol se působením elicitoru 3 ASA nejvíce zvýšil obsah CBD+CBDA oproti kontrole o 73,6 %. Všechny ostatní aplikované elicitory měly pozitivní vliv na zvýšení CBD+CBDA oproti kontrole 4 ASA o 8,1 %, 5 ASA o 3,8 % a NanoFYT Si® o 27,8 %

**Bialobrzeskie** – Působením elicitoru NanoFYT Si® bylo dosaženo největšího obsahu účinné látky, zvýšení o 5,5 % oproti kontrole. Největší snížení obsahu nastalo při použití elicitoru 4 ASA o 20 %. U variant 3 ASA (o 12,4 %) a 5 ASA (o 2,7 %) došlo též ke snížení obsahu CBD+CBDA oproti kontrole.

Graf č.6 - Vliv elicitorů na obsah THC u různých odrůd konopí setého



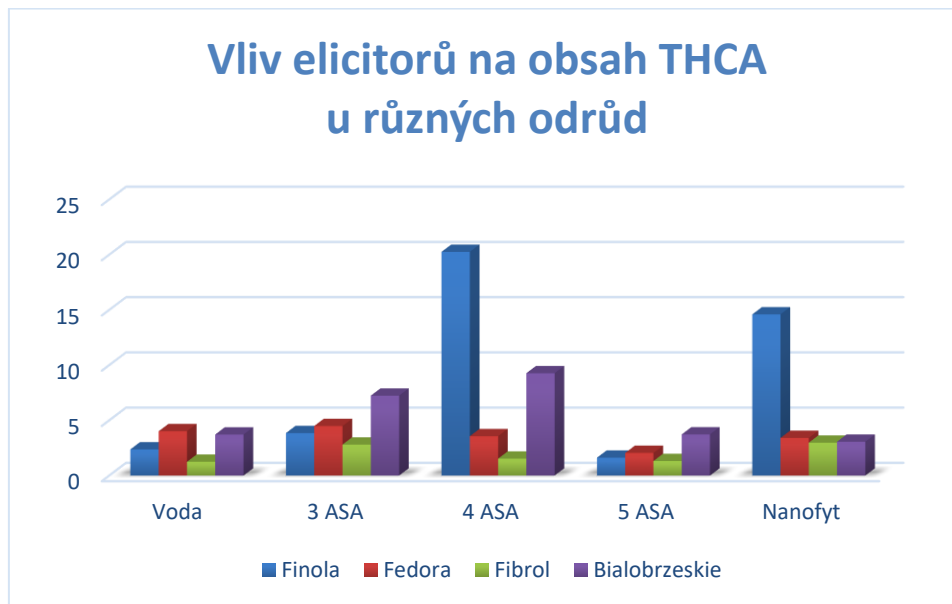
**Finola** – Působením elicitoru 5 ASA u odrůdy finola došlo k snížení obsahu THC o 79 %, u 3 ASA o 60,3 %. Naopak působením elicitoru 4 ASA se obsah THC zvýšil o 111,2 %. Také použití NanoFYT Si® zvýšilo obsah THC o 21,5 %,

**Fedora** – Působením elicitoru 4 ASA byly naměřeny stejné hodnoty jako u kontrolního pokusu. Ke snížení obsahu THC došlo ve variantě 5 ASA o 27,4 %, u varianty 3 ASA o 12,1 oproti kontrole. NanoFYT Si® Zvýšil obsah THC o 14,6 %.

**Fibrol** – Elicitor 3 ASA zvýšil obsah THC o 62,6 %, 4 ASA 16,3 %, 5 ASA 10,1. Pouze elicitor NanoFYT Si® snížil obsah účinné látky o 2,9 % oproti kontrole.

**Bialobrzeskie** – O 57,2 % zvýšil obsah THC elicitor 3 ASA. Elicitor NanoFYT Si® snížil obsah THC o 31,4 %.

Graf č.7 - Vliv elicitorů na obsah THCA u různých odrůd



**Finola** – Dle grafu je zřejmé, že působením elicitorů 4 ASA a NanoFYT Si® bylo dosaženo nejvyššího obsahu THCA květu konopí. Elicitor 4 ASA zvýšil obsah THCA o 754,8 % a NanoFYT Si® o 516 %, 3ASA zvýšilo obsah THCA o 62,4 %. Pouze elicitor 5 ASA snížil obsah THCA o 31,7 %.

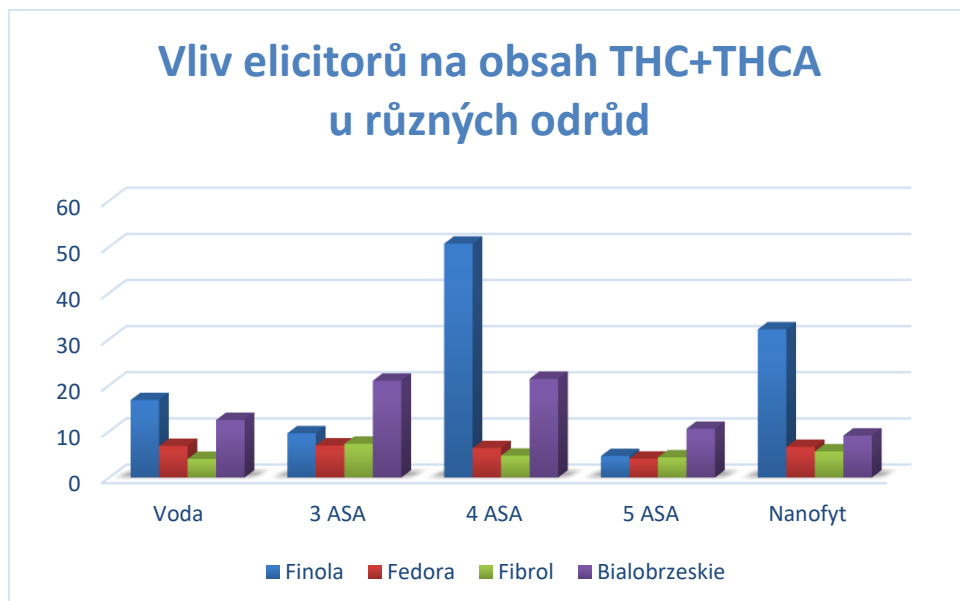
**Fedora** – U odrůdy fedora pouze elicitor 3 ASA zvýšil obsah THCA o 11,7 %. Další tři aplikované elicitory snížili obsah THCA. Elicitor 5 ASA o 49 %, 4 ASA o 11,2 a NanoFYT Si® o 15,2 %.

**Fibrol** – Aplikací všech čtyř elicitorů jsme dosáhli zvýšení obsahu THCA květu konopí. Největší vliv měl elicitor NanoFYT Si® o 138,4 %. 3 ASA o 124,8 %, 4 ASA o 22,4 % a 5 ASA o 5,6%

**Bialobrzeskie** – U této odrůdy měl největší vliv elicitor 4 ASA, který zvýšil obsah THCA o 149,2 %. Elicitor 3 ASA zvýšil obsah THCA o 94,6 %, 5 ASA o 2 %. NanoFYT Si® jako jediný elicitor snížil obsah THCA o 17,5 %.



Graf č.8 - Vliv elicitorů na obsah THC+THCA u různých odrůd



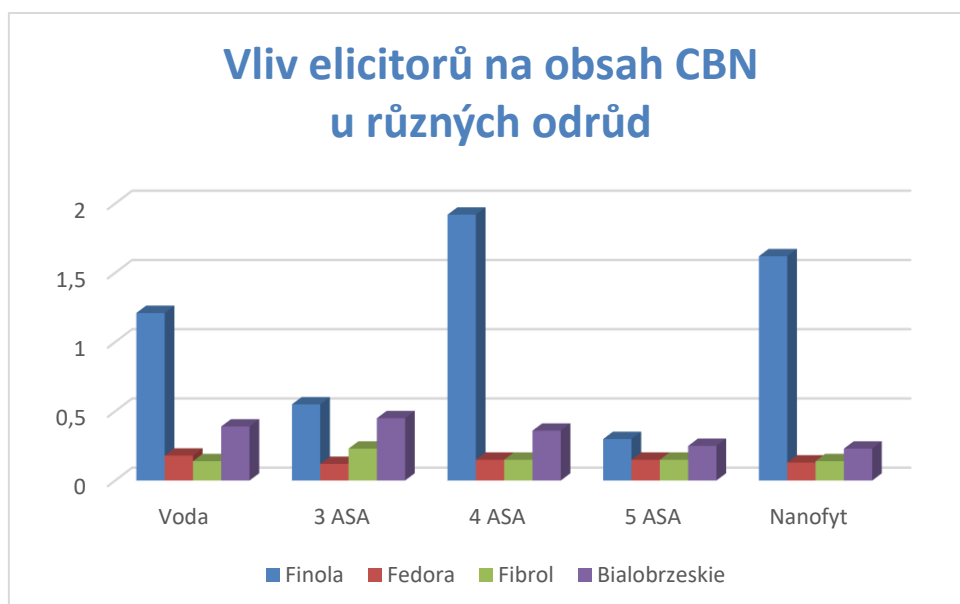
**Finola** – Z grafu lze vyčíst, že u této odrůdy měl největší vliv elicitor 4 ASA, který zvýšil obsah THC+THCA o 202 %. Elicitor 5 ASA snížil obsah účinné látky o 72,2 %, 3 ASA 43 %. NanoFYT Si® zvýšil obsah THC+THCA o 91,4 %.

**Fedora** – Pouze působením elicitoru 3 ASA se zvýšil obsah účinné látky o nepatrné množství 1,9 %. Největší vliv na snížení obsahu účinné látky měl elicitor 5 ASA o 40,3 %. Minimální změny v obsahu byly pozorovány u variant 4 ASA 6,6 % a NanoFYT Si® o 2,8 %

**Fibrol** – Všechny aplikované elicitory měly pozitivní vliv na obsah účinné látky v květu konopí. Elicitor 3 ASA zvýšil obsah účinné látky o 81,6 %, 4 ASA o 17,9 %, 5 ASA o 8,5 % a NanoFYT Si® o 40,7 %.

**Bialobrzeskie** – Největší vliv na obsah účinné látky měl elicitor 4 ASA. Zvýšil obsah THC+THCA o 71,5 %. 3 ASA zvýšil o 68,2 %. Naopak NanoFYT Si® (o 27,2 %) a 5 ASA (15,4 %) obsah účinné látky snížily oproti kontrole

Graf č.9 - Vliv elicitorů na obsah CBN u různých odrůd



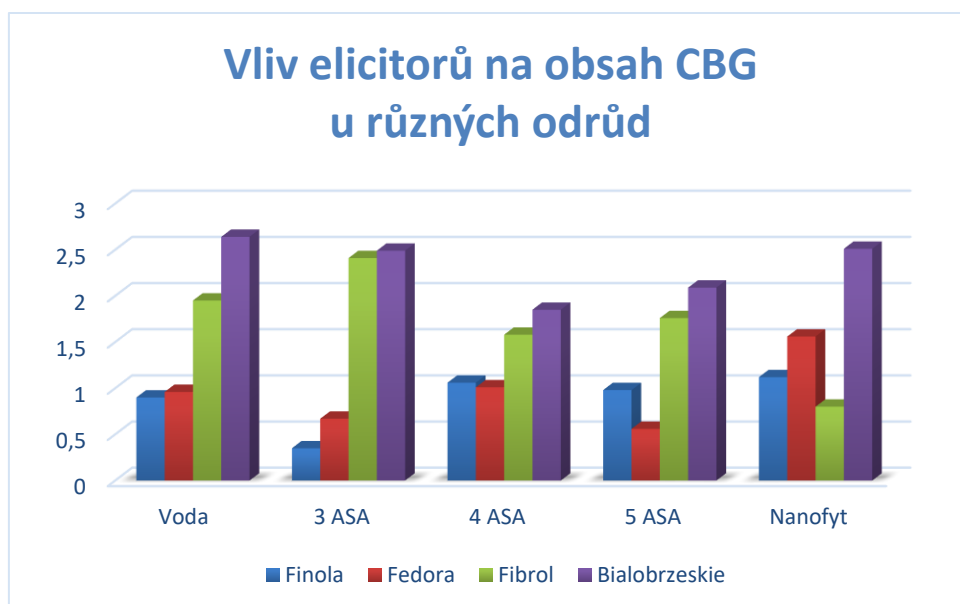
**Finola** – Působením elicitoru 4 ASA (o 58,6 %) a elicitoru NanoFYT Si® (o 33,9 %) se zvýšil obsah CBN. Největší vliv na snížení obsahu účinné látky měl elicitor 5 ASA 75,2 % a 3 ASA 54,6 % oproti kontrole.

**Fedora** – U této odrůdy se působením všech elicitorů snížil obsah CBN v následujících hodnotách. Elicitor 3 ASA snížil obsah CBN o 33,3 %, 4 ASA o 16,7 %, 5 ASA o 16,7 % a NanoFYT Si® o 27,8 %. Zajímavostí je, že elicitory 4 ASA a 5 ASA vykazovaly stejné hodnoty.

**Fibrol** – Působením elicitoru 3 ASA se zvýšil obsah CBN o 64,2 %. Při působení elicitoru 4 ASA a 5 ASA byly naměřeny totožné hodnoty. Zvýšili obsah CBN o 7,1 %. Elicitor NanoFYT Si® vykazoval stejnou hodnotu jako kontrolní varianta.

**Bialobrzeskie** – Pouze elicitor 3 ASA zvýšil obsah CBN o 15,4 %. Další aplikované elicitory snížily obsah CBN. Elicitor 5 ASA snížil obsah CBN o 35,9 %, 4 ASA 7,7 % a NanoFYT Si® o 41 % ve srovnání s kontrolou.

Graf č.10 - Vliv elicitorů na obsah CBG u různých odrůd



**Finola** – Pouze působením elicitoru 3 ASA došlo ke snížení obsahu CBG o 61,2 %. Elicitor NanoFYT Si® zvýšil obsah účinné látky o 24,4 %, 4 ASA 17,7 % a 5 ASA o 8,9 %.

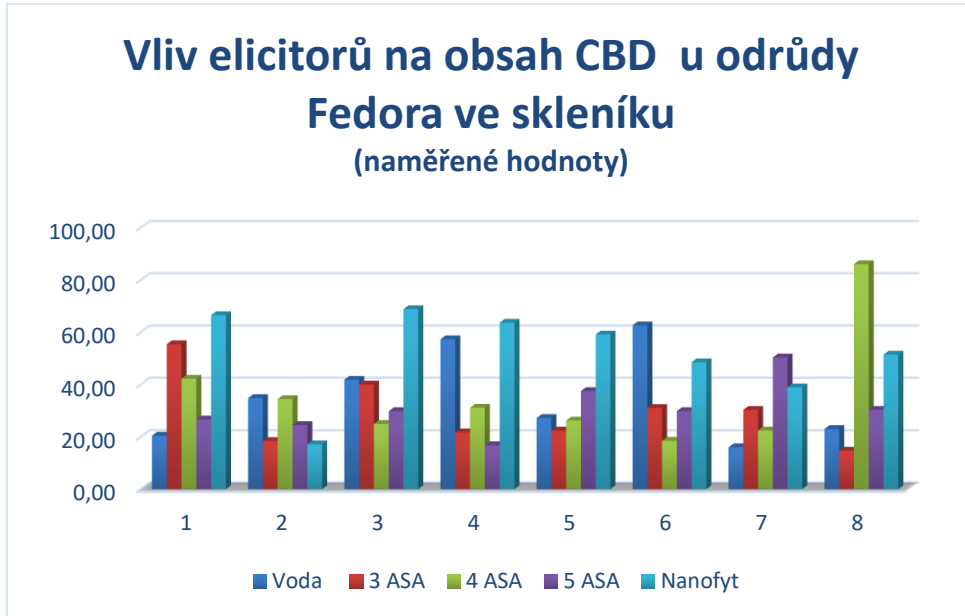
**Fedora** – U této odrůdy se zvýšil obsah CBG působením elicitoru NanoFYT Si® o 62,5 %. Dále zvýšil obsah CBG elicitor 4 ASA o 5,2 %. Zbylé dva elicitory snížily obsah CBG 3 ASA o 30,2 % a 5 ASA o 41,7 %.

**Fibrol** – Pouze aplikací elicitoru 3 ASA se zvýšil obsah CBG o 23,5 %. Snížení obsahu CBG v květu konopí měla aplikace elicitoru NanoFYT Si® o 59 %. 4 ASA snížilo obsah CBG o 19 % a 5 ASA o 9,7 % ve srovnání s kontrolou.

**Bialobrzeskíe** – Z grafu je patrné, že působením všech čtyř elicitorů se snížil obsah CBG. Největší vliv na snížení obsahu CBG měl elicitor 4 ASA, který snížil obsah o 30 %. Obsah účinné látky ve variantě 5 ASA se snížil oproti kontrole o 20,8 % a variantě 3 ASA o 5,7 %.

## 4.2 Výsledky ze skleníku

Graf č.11 - Vliv elicitorů na obsah CBD u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty v 8 opakováních)

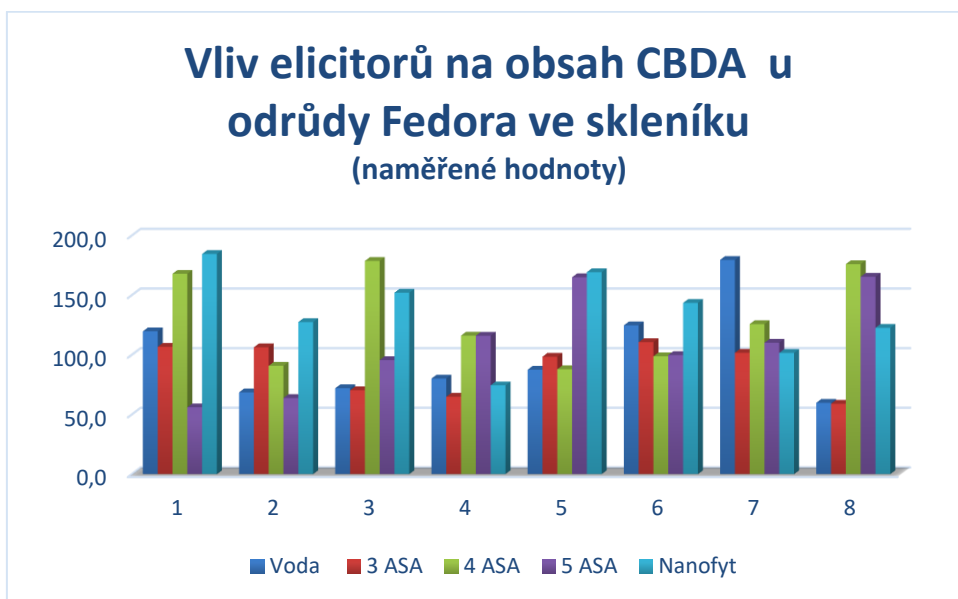


Graf č.12 - Vliv elicitorů na obsah CBD u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)



Vliv elicitorů na obsah účinné látky CBD u odrůdy fedora pěstované ve skleníku byl následující. Nízká koncentrace elicitoru ASA snížila obsah CBD o 13,2 %, vysoká o 17,4 % a střední o 0,9 % oproti kontrole. Optimální působení bylo pozorováno v případě použití NanoFYT Si®, kdy došlo ke zvýšení obsahu CBD o 46,2 %.

Graf č.13 - Vliv elicitorů na obsah CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty v 8 opakováních)

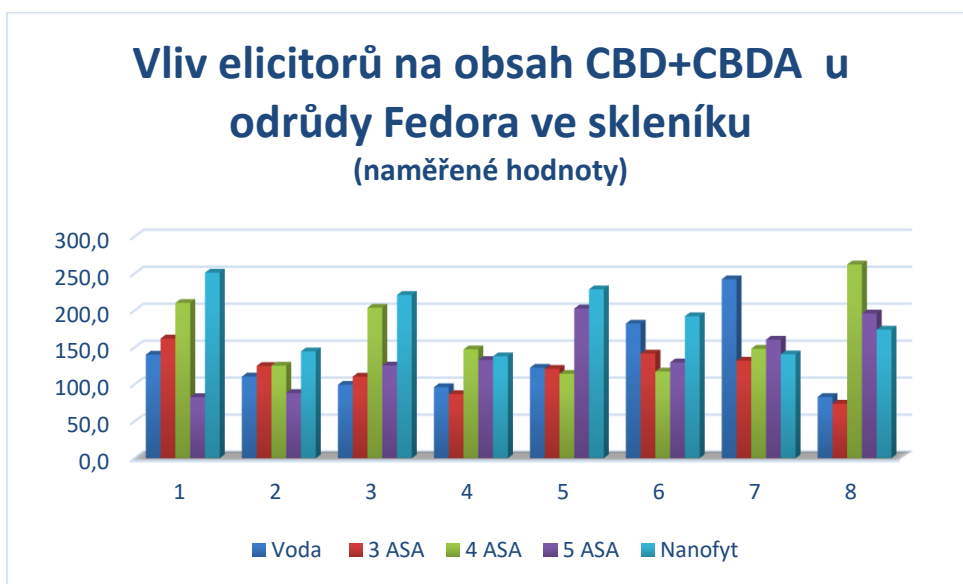


Graf č.14 - Vliv elicitorů na obsah CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)

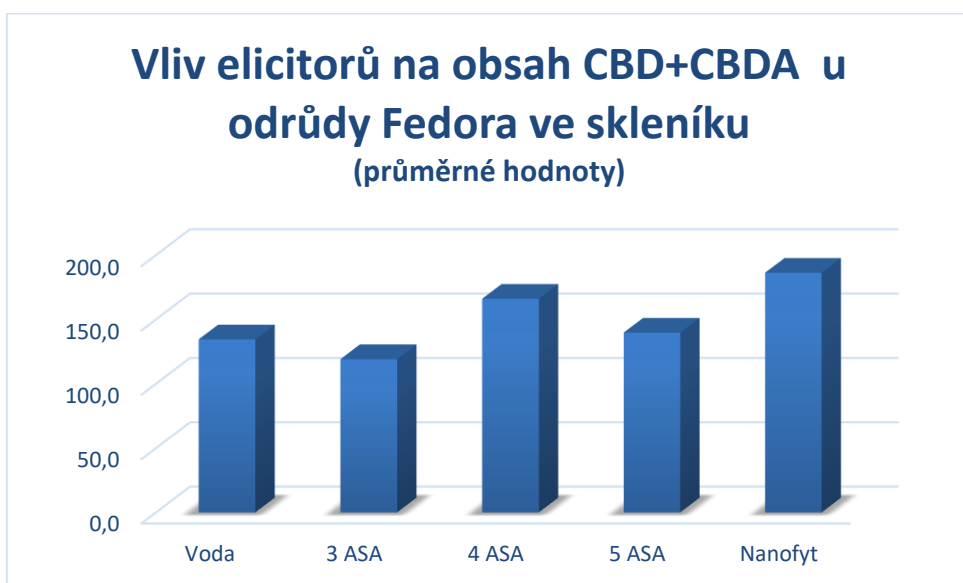


V případě účinné látky CBDA u odrůdy Fedora pěstované ve skleníku, došlo ke zvýšení obsahu účinné látky CBDA aplikací střední koncentrace elicitoru (4 ASA) o hodnotu 31,5 %. Použitím NanoFYT Si® se zvýšil obsah CBDA o 35,8 %. Nízká koncentrace elicitoru (5 ASA) zvýšila obsah CBDA o 10,1 %. Vysoká koncentrace elicitoru (3 ASA) snížila obsah o 9,4 % oproti kontrole.

Graf č.15 - Vliv elicitorů na obsah CBD+CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování)

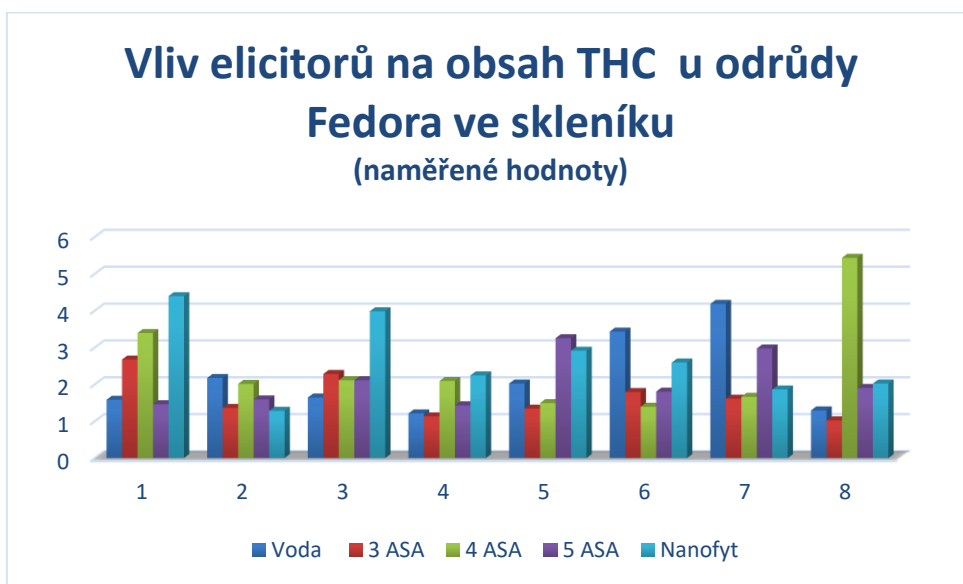


Graf č.16 - Vliv elicitorů na obsah CBD+CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)

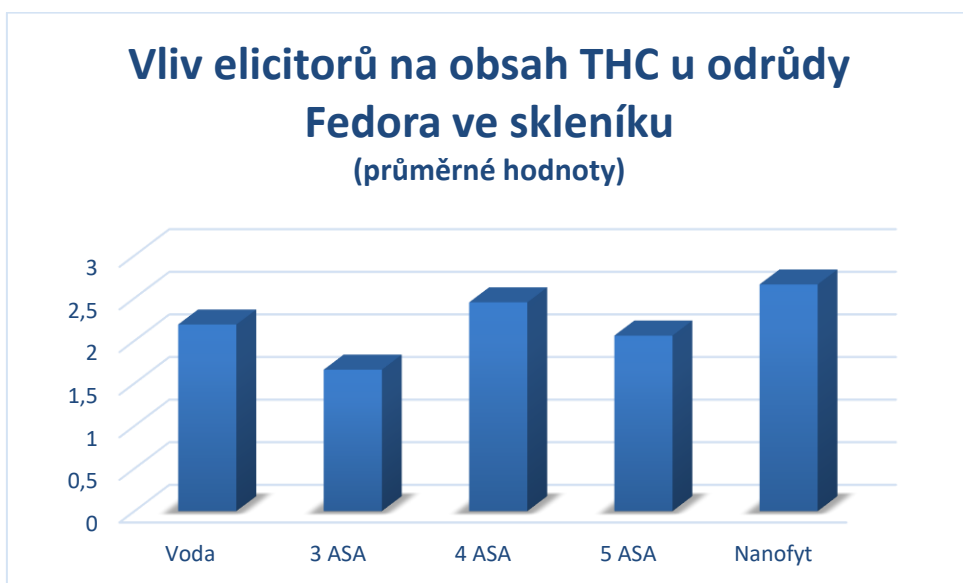


Vliv elicitorů na obsah účinné látky CBD+CBDA u odrůdy fedora pěstované ve skleníku byl následující. Při použití elicitoru 3 ASA se snížil obsah účinné látky CBD+CBDA o 11,5 %. U zbylých třech elicitorů došlo ke zvýšení obsahu účinné látky CBD+CBDA. U 4 ASA o 23,5 %, 5 ASA o 3,9 %. Největší zvýšení nastalo při aplikaci NanoFYT Si®, a to až o 38,5 %.

Graf č.17 - Vliv elicitorů na obsah THC u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování)

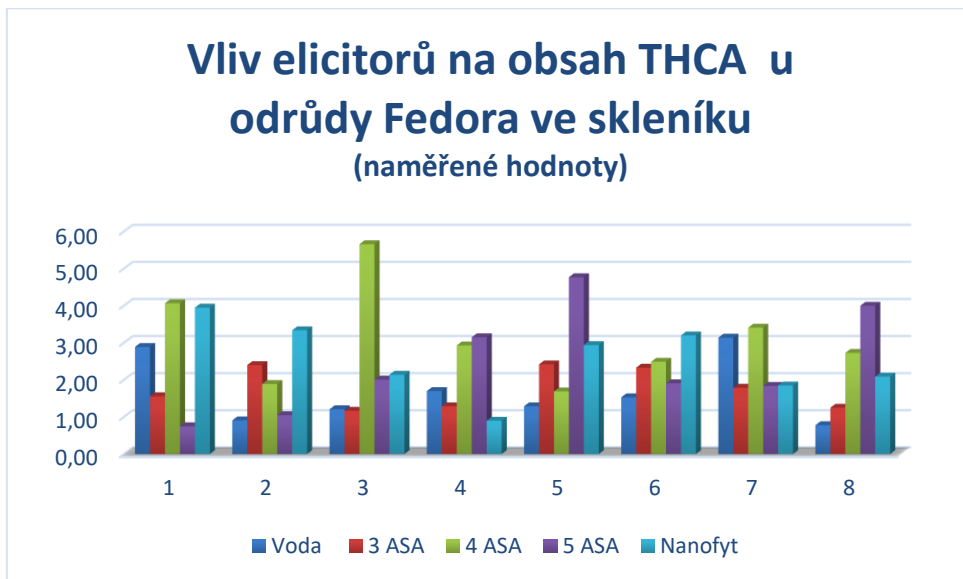


Graf č.18 -Vliv elicitorů na obsah THC u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)

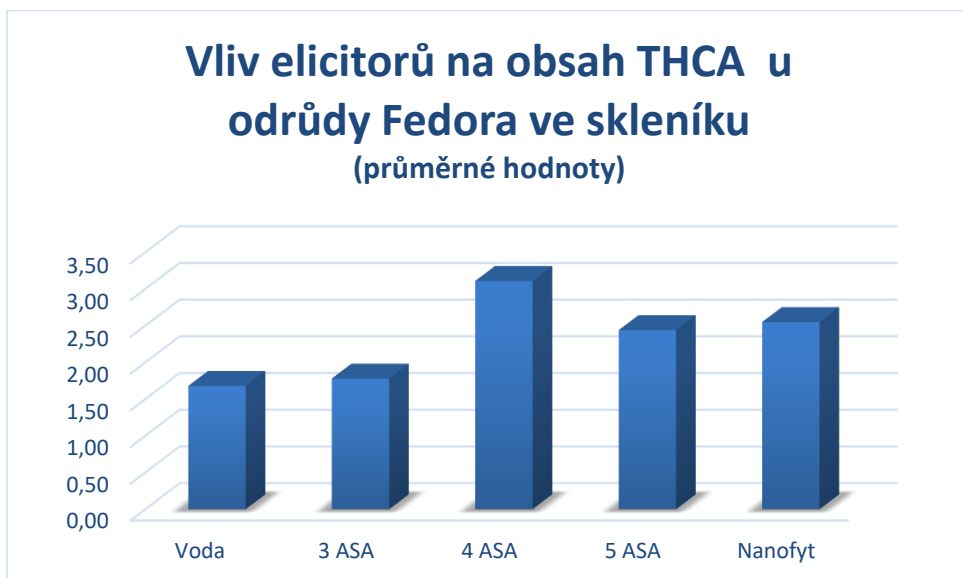


V případě aplikace elicitorů byly účinky následující. Největší nárůst účinné látky THC byl zaznamenán u NanoFYT Si® o 21,5 %. Střední koncentrace ASA (4 ASA) zvýšila obsah THC o 11 % oproti kontrole. Vysoká koncentrace (3 ASA) snížila obsah THC v květu konopí o 24,2 %.

Graf č.19 - Vliv elicitorů na obsah THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty u 8 opakování)



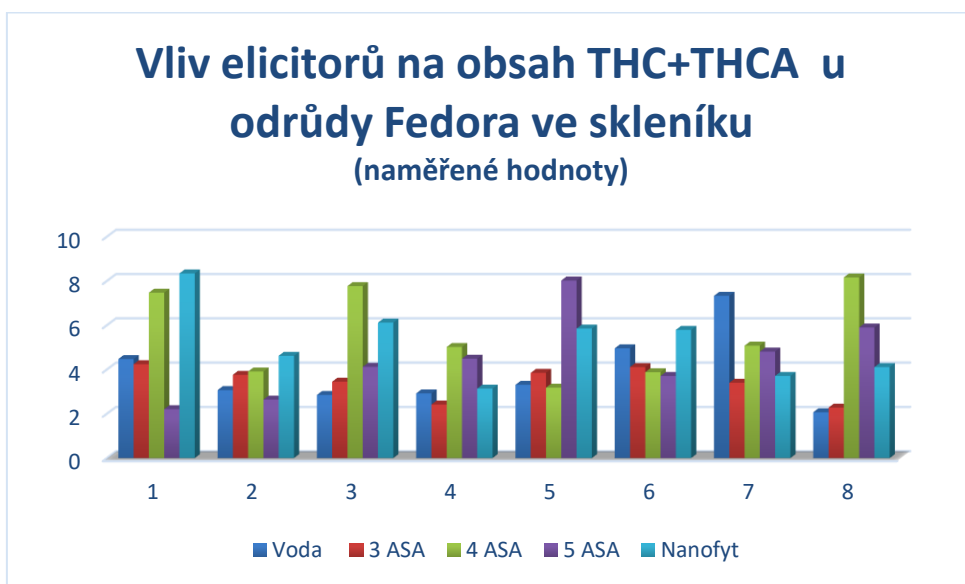
Graf č.20 - Vliv elicitorů na obsah THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)



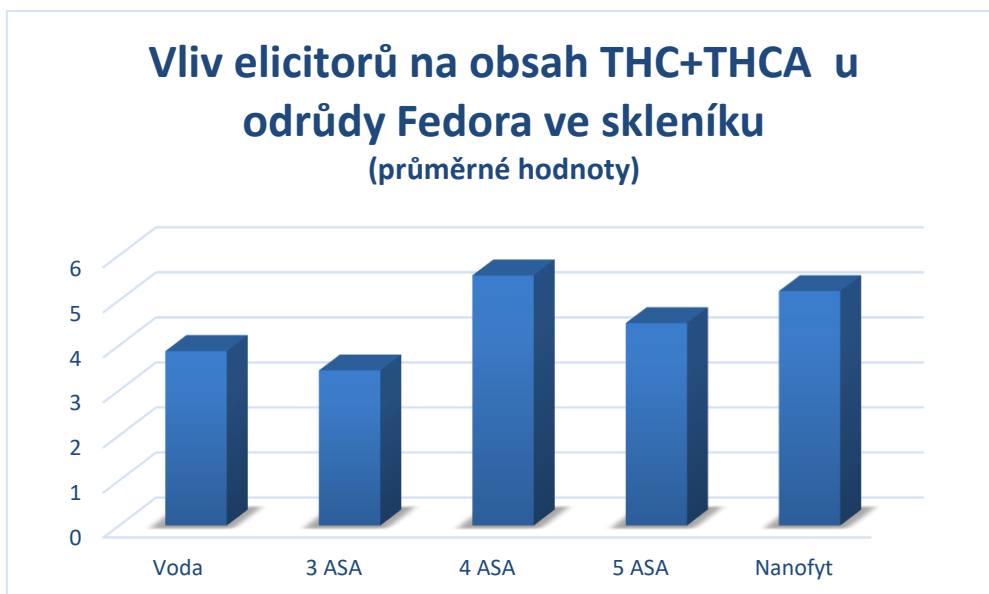


Při aplikaci všech čtyř elicitorů došlo ke zvýšení účinné látky THCA. Největší nárůst zaznamenala aplikace elicitoru 4 ASA a to o 85,1 %. Následoval NanoFYT Si® se zvýšením o 51,8 %, poté 5 ASA se zvýšením obsahu THCA 45,2 %. Vysoká koncentrace kyseliny acetylsalicylové zvýšila obsah THCA pouze o 6 % ve srovnání s kontrolní variantou.

Graf č.21 - Vliv elicitorů na obsah THC+THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování)

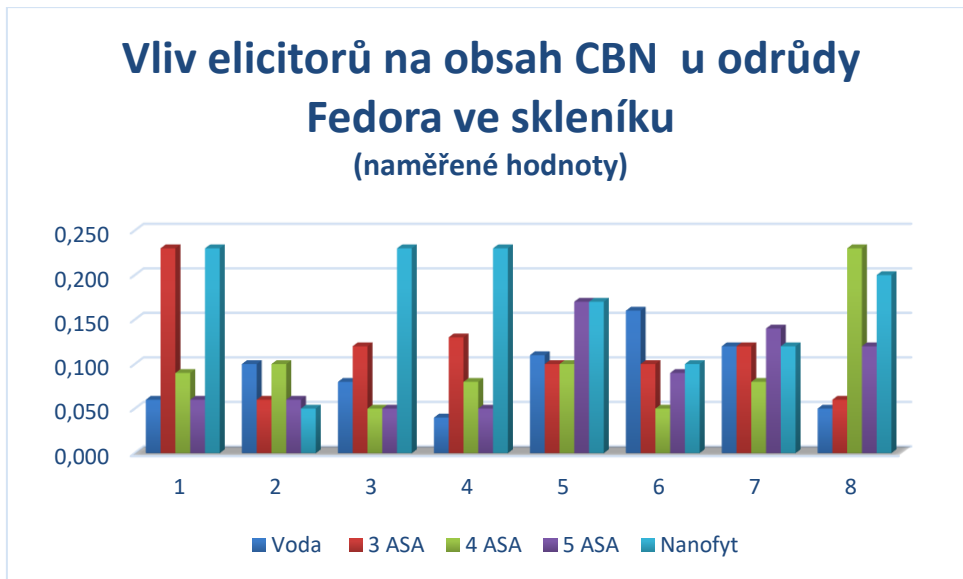


Graf č.22 - Vliv elicitorů na obsah THC+THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)



Elicitor 4 ASA měl největší vliv na obsah účinné látky THC +THCA u odrůdy fedora o 43,4 %. U elicitoru 5 ASA se obsah zvýšil o 16 %, u NanoFytu Si® o 34,4 %. Nejmenší vliv měla 3 ASA, která snížila obsah THC+THCA o 11,1 % vzhledem ke kontrole.

Graf č.23 - Vliv elicitorů na obsah CBN u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování)

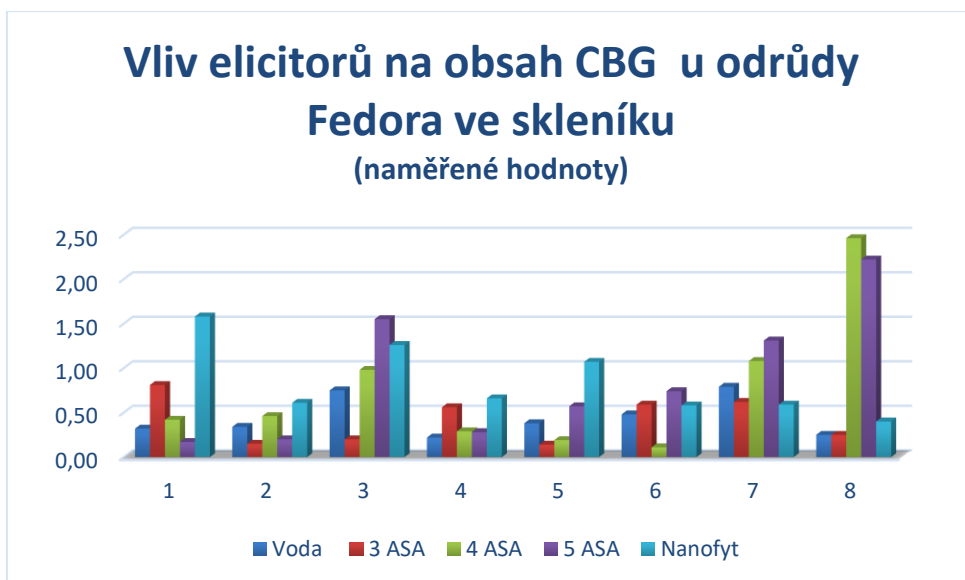


Graf č.24 - Vliv elicitorů na obsah CBN u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)



U odrůdy fedora se při použití všech čtyř elicitorů zvýšil obsah účinné látky CBN, a to v hodnotách: 3 ASA o 27,8 %, 4 ASA o 8,9 %, 5 ASA o 3,3 %. Nejvíce zvýšil obsah CBN NanoFYT Si® o 84,4 %.

Graf č.25 - Vliv elicitorů na obsah CBG u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování)



Graf č.26 - Vliv elicitorů na obsah CBG u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty)



Z grafu je patrné, že aplikací elicitoru 3 ASA se snížil obsah účinné látky CBG o 4,5 %. Zbylé tři varianty zvýšily obsahu účinné látky. U elicitoru 5 ASA dosáhl nárůst CBG 100 %, u 4 ASA 70,5 %, u NanoFYT Si® 91 % v porovnání s kontrolní variantou.

Tabulka č.4 - Základní statistiky souboru dat koncentrací při různých koncentracích elicitoru.

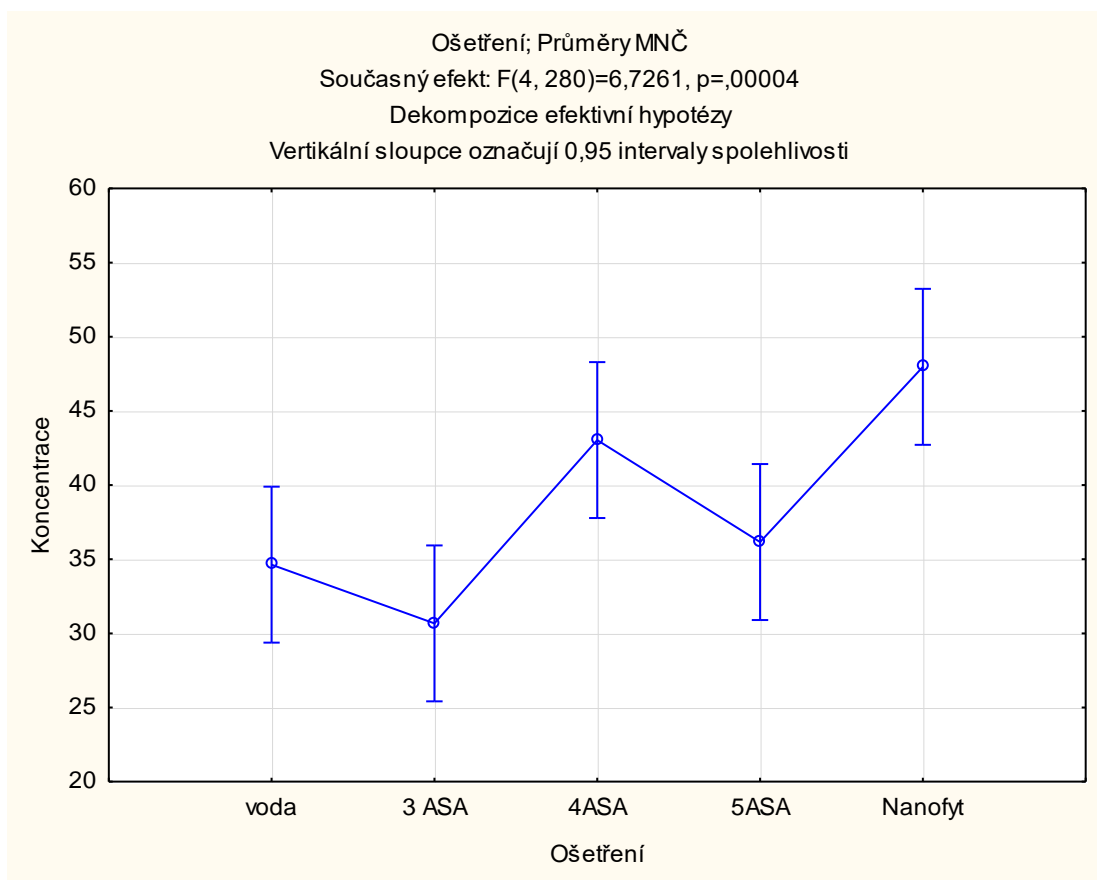
Ukazatel	Průměr	Medián	Min.	Max.	Dolní kvartil	Horní kvartil	Rozptyl	Sm. odch.
Koncentrace	38,49	3,40	0,04	262,1	1,10	63,7	59,79	155,34

Tabulka č.5 - Analýza variací obsahu účinných látek u různých variant a při různém způsobu ošetření porostů.

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota <sup>1)</sup>
Varianta (A)	975040,7	7	139291,5	304,966***	0,000000
Ošetření (B)	12288,4	4	3072,1	6,726***	0,000035
Interakce A x B	25364,0	28	905,9	1,983**	0,002971
Opakování	6100	7	871,4	0,2396	0,975146
Chyba	127888,5	280	456,7	-	-

1) p-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza ( $H_0$ ), že dvě varianty sledování (úroveň znaku, koncentrace účinných látek) se od sebe statisticky významně neliší. Je-li p-hodnota  $< 0,05$  popř.  $< 0,01$  nebo  $< 0,001$ , zamítáme  $H_0$  a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný (\*\*), nebo velmi vysoce významný rozdíl (\*\*\*)

Graf č.27 - Obsah (koncentrace) účinných látek v konopí setém v závislosti na způsobu ošetření, varianty odrůd společně.

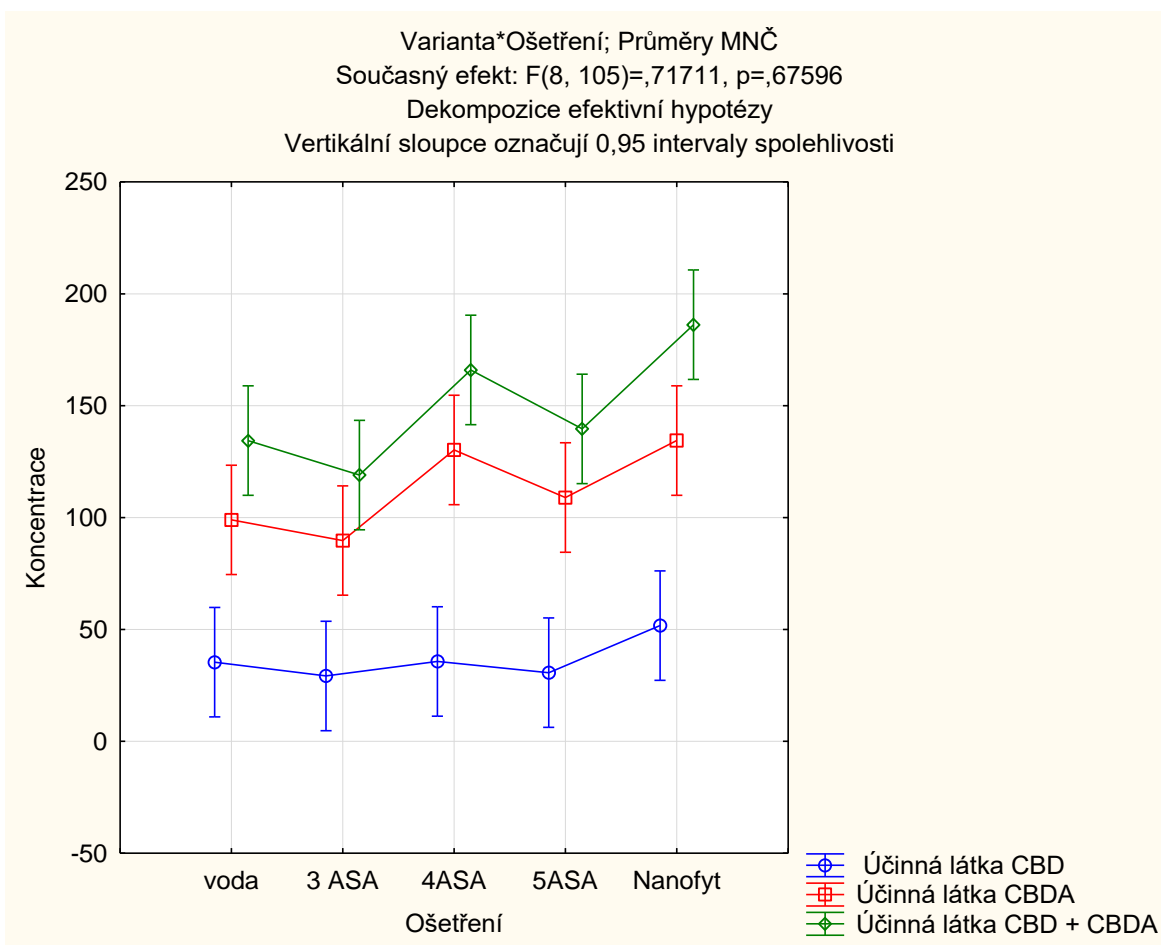


Mezi variantami ošetření byl zjištěn statisticky velmi významný rozdíl v koncentraci účinných látek. Významně nejvyšší koncentrace účinných látek byla při použití NanoFYT Si®.

Tabulka č.6 - Analýza variací obsahu účinných látek u různých variant a při různém způsobu ošetření porostů (skupina s vyššími koncentracemi).

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota <sup>1)</sup>
Varianta (A)	263375	2	131688	108,2757***	0,000000
Ošetření (B)	30627	4	7657	6,2954***	0,000140
Interakce A x B	6977	8	872	0,7171	0,675959
Opakování	15185	7	2169	0,5876	0,764853
Chyba	127704	105	1216	-	-

Graf č.28 - Obsah (koncentrace) účinných látek v konopí setém v závislosti na způsobu ošetření a na variantě odrůd (skupina variant s vyššími koncentracemi).



Při různých způsobech ošetření nebyl prokázán statisticky významný vliv na koncentraci účinné látky CBD. Při různých způsobech ošetření nebyl prokázán ani statisticky významný vliv na koncentraci účinné látky CBDA. Při sledování koncentrace účinných látek CBD+CBDA byl rozdíl mezi variantami ošetření průkazný. Vyšší koncentrace těchto účinných látek byla zjištěna při ošetření nanofytem a střední koncentrací kyseliny acetylsalicylové (4 ASA).

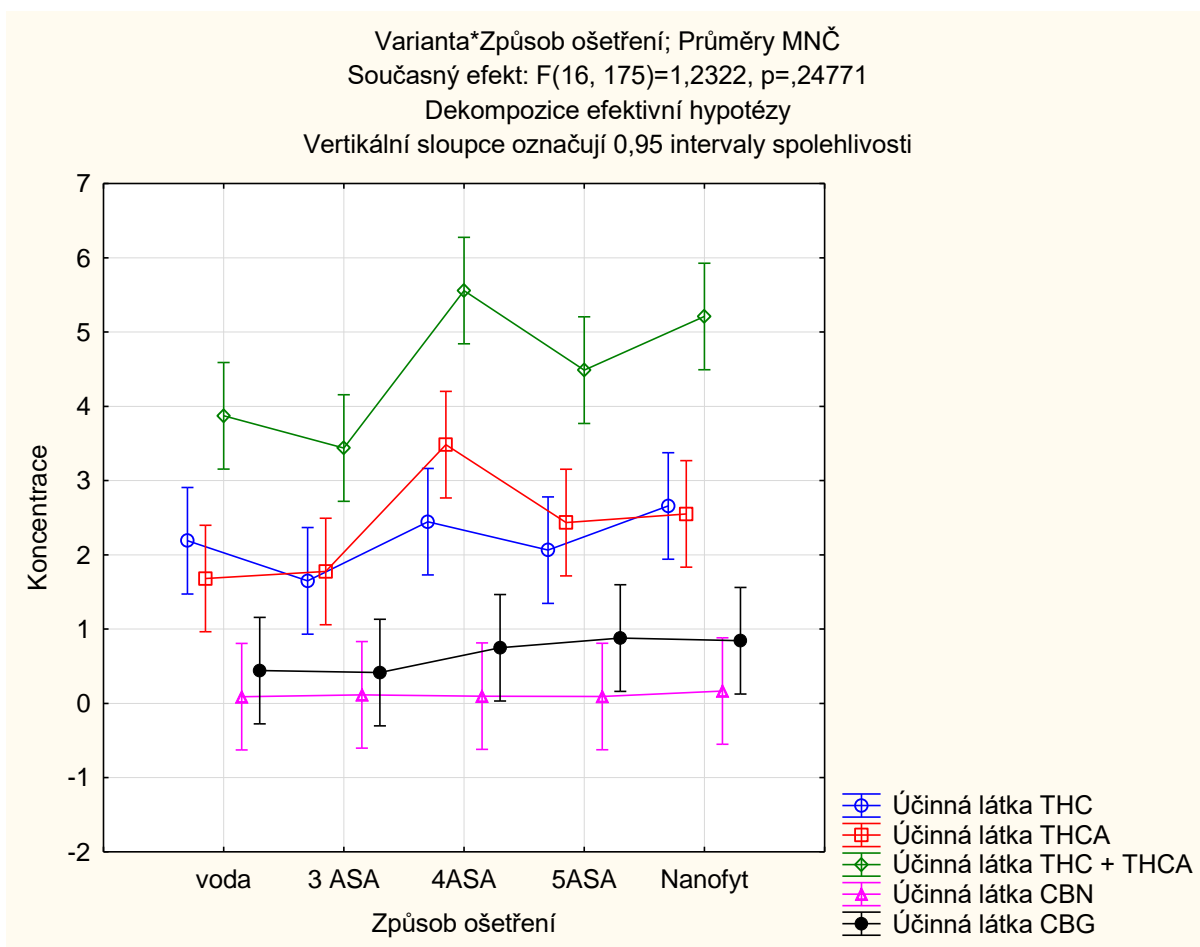
Tabulka č.7 - Koncentrace účinných látek (skupina s vyššími koncentracemi) u variant v závislosti na způsobu ošetření porostu s vyjádřením homogenních skupin na hladině P<sub>0,05</sub>

Ošetření	Účinná látka	Koncentrace	Homogenní skupiny na hladině P <sub>0,05</sub>					
3 ASA	CBD	29,2375	****					
5ASA	CBD	30,7000	****					
voda	CBD	35,3875	****					
4ASA	CBD	35,7125	****					
Nanofyt	CBD	51,7375	****					
3 ASA	CBDA	89,7375		****				
voda	CBDA	98,9750		****	****			
5ASA	CBDA	108,9625		****	****	****		
3 ASA	CBD + CBDA	119,0000		****	****	****		
4ASA	CBDA	130,2375			****	****		
voda	CBD + CBDA	134,4000				****	****	
Nanofyt	CBDA	134,4250				****	****	
5ASA	CBD + CBDA	139,6500				****	****	
4ASA	CBD + CBDA	165,9625					****	****
Nanofyt	CBD + CBDA	186,1875						****

Tabulka č.8 - Analýza variací obsahu účinných látek u různých variant a při různém způsobu ošetření porostů (skupina s nižšími koncentracemi).

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota <sup>1)</sup>
Varianta (A)	473,9151	4	118,4788	112,1167***	0,000000
Ošetření (B)	27,4991	4	6,8748	6,5056***	0,000066
Interakce A x B	20,8333	16	1,3021	1,2322	0,247708
Opakování	11,9736	7	1,7105	0,4724	0,853791
Chyba	184,9303	175	1,0567	-	-

Graf č.29 - Obsah (koncentrace) účinných látek v konopí v závislosti na způsobu ošetření a na varianty odrůd (skupina variant s nižšími koncentracemi).



Způsob ošetření neměl téměř žádný vliv na koncentraci účinných látek CBN A CBG. Způsob ošetření ovlivňoval koncentraci účinné látky THC jen v malé míře a rozdíly nebyly statisticky průkazné. Koncentrace účinné látky THCA byla největší při ošetření přípravkem 4 ASA, rozdíl je statisticky významný. Při použití různých způsobů ošetření bylo nejvyšší koncentrace účinných látek THC + THCA dosaženo po ošetření přípravkem 4 ASA, rozdíl je statisticky významný. Ke zvýšení došlo ale také při ošetření NanoFYT Si®, kde rozdíl není statisticky významný.



Tabulka č.9 - Koncentrace účinných látek (skupina s nižšími koncentracemi) u variant v závislosti na způsobu ošetření porostu s vyjádřením homogenních skupin na hladině P<sub>0,05</sub>

Ošetření	Varianta	Koncentrace	Homogenní skupiny na hladině P <sub>0,05</sub>												
voda	CBN	0,090000	****												
5ASA	CBN	0,092500	****												
4ASA	CBN	0,097500	****												
3 ASA	CBN	0,115000	****												
Nanofyt	CBN	0,166250	****												
3 ASA	CBG	0,415000	****												
voda	CBG	0,441250	****												
4ASA	CBG	0,748750	****	****											
Nanofyt	CBG	0,843750	****	****	****										
5ASA	CBG	0,880000	****	****	****										
3 ASA	THC	1,650000		****	****	****									
voda	THCA	1,681250		****	****	****									
3 ASA	THCA	1,776250			****	****									
5ASA	THC	2,063750				****									
voda	THC	2,190000				****									
5ASA	THCA	2,435000				****	****								
4ASA	THC	2,446250				****	****								
Nanofyt	THCA	2,551250				****	****	****							
Nanofyt	THC	2,658750				****	****	****							
3 ASA	THC + THCA	3,438750					****	****	****						
4ASA	THCA	3,483750						****	****	****					
voda	THC + THCA	3,872500							****	****					
5ASA	THC + THCA	4,487500								****	****				
Nanofyt	THC + THCA	5,210000									****	****			
4ASA	THC + THCA	5,558750										****			

## 5 Diskuse

V této práci byly vyhodnoceny výsledky vlivu různých elicitorů (3 ASA, 4 ASA, 5 ASA a NanoFYT Si®) na obsah účinných látek u odrůd konopí setého: Finola, Fedora, Fibrol a Bialobrzeskie. Jedná se o relativní poměry jednotlivých látek, čísla nejsou absolutní hodnoty například v mg/g, ale o relativní poměr plochy píků kanabinoidů. Na absolutní hodnoty lze výsledky přepočítat podle zvolených navážek, ale poměr číselných hodnot zůstane stejný. Z výsledků je patrný rozdíl v obsahu kanabinoidů mezi jednotlivými kultivary konopí i mezi vodou a jednotlivými postřiky elicitory.

V prvním maloparcelkovém pokusu byly použity elicitory ASA ve třech koncentracích a elicitor NanoFYT Si®. Elicitory byly přímo aplikovány na různé odrůdy konopí a statisticky vyhodnocovány. V pokusu byl prokázán vliv elicitorů na obsah účinných látek, především tedy u elicitoru 4 ASA a NanoFYT Si®. Velmi výrazný vliv na zvýšení obsahu účinné látky THC a THCA byl při aplikaci elicitoru 4 ASA a NanoFYT Si® u odrůdy Finola.

Ve druhém pokusu, který byl proveden ve skleníku Katedry Agroekologie ZF na JU v Č.B., se stejně jako u prvního pokusu bylo využito aplikace elicitorů ASA ve třech koncentracích a elicitoru NanoFYT Si®. V pokusu byl zkoumán vliv elicitorů na obsah účinných látek pouze u odrůdy Fedora. Z dosažených výsledků je patrné, že elicitor NanoFYT Si® a měl největší vliv na obsah účinných látek u této odrůdy. Při aplikaci elicitoru 3 ASA byl zaznamenán negativní vliv na obsah účinných látek.

Také Šalát (2007) použil jako elicitor ve své diplomové práci kyselinu acetylsalicylovou ve třech koncentracích 3 ASA [ $10^{-3}$  mol.l<sup>-1</sup>], 4 ASA [ $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>], 5 ASA [ $10^{-5}$  mol.l<sup>-1</sup>], kde provedeným experimentem byl potvrzen její vliv na tvorbu sekundárních metabolitů ve sledované rostlině *Chamomilla recutita*. Po aplikaci elicitorů se měnil obsah sledovaných účinných látek v květech této léčivky. Použitý elicitor - kyselina acetylsalicylová v nízké koncentraci 5 ASA ovlivňuje statisticky nevýznamně obsah flavonoidů v heřmánku, a to nejprve snížením množství účinných

látek v rostlině (po jednom postřiku v prvním sběru), a následně dochází k nárůstu obsahu flavonoidů (po druhém postřiku a to ve druhém sběru). Při použití vysoké koncentrace elicitoru 3 ASA došlo ke statisticky významnému ovlivnění obsahu flavonoidů, a to nejprve snížením množství účinných látek v rostlině (po jednom postřiku v prvním sběru), a následně dochází k nárůstu obsahu flavonoidů (po druhém postřiku a to ve druhém sběru).

Gramanová (2009) ve své práci využila vlivu elicitoru ASA ve třech koncentracích 3 ASA [ $10^{-3}$  mol.l<sup>-1</sup>], 4 ASA [ $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>], 5 ASA [ $10^{-5}$  mol.l<sup>-1</sup>] na obsah účinných látek v semeni Ostropestřce mariánského (*Sylibum marianum*). Při aplikaci ASA byl průkazný vliv elicitorů na obsah biologicky účinných látek v semeni Ostropestřce u vysoké koncentrace [ $10^{-3}$  mol.l<sup>-1</sup>], a to zvýšení o 5,72 mg/g. U nízké 5 ASA a střední koncentrace byl vliv elicitoru statisticky neprůkazný.

U výzkumu vlivu elicitorů na maximální produkci účinných látek u léčivé rostliny – *Echinacea purpurea* byla použita ASA ve třech koncentracích 3 ASA [ $10^{-3}$  mol.l<sup>-1</sup>], 4 ASA [ $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>], 5 ASA [ $10^{-5}$  mol.l<sup>-1</sup>]. U nati byl efekt vlivu elicitoru méně průkazný a výrazně byl ovlivněn ročníkem. Nízká koncentrace 5 ASA zvyšovala obsah kyseliny kávové a cichorové. U střední 4 ASA a vysoké koncentrace 3 ASA se obsah účinných látek spíše snižoval. Při vysoké koncentraci 3 ASA došlo ke snížení obsahu vybraných účinných látek. V kořeni byl při použití nízké 5 ASA a střední koncentrace 4 ASA obsah účinných látek statisticky průkazně zvýšen. Zde se nejvíce jevila jako optimální střední koncentrace kyseliny acetylsalicylové 4 ASA ( $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>), (Šrámek, 2007).

Bartoš (2016) ve své práci zkoumal vliv elicitoru ASA ve třech koncentracích 3 ASA [ $10^{-3}$  mol.l<sup>-1</sup>], 4 ASA [ $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>], 5 ASA [ $10^{-5}$  mol.l<sup>-1</sup>] na obsah účinných látek u Kotvičnicku zemního (*Tribulus terrestris*). V pokusu byl prokázán vliv elicitorů na obsah účinných látek jak u plodů, tak i u natě. U každé koncentrace (3 ASA, 4 ASA, 5 ASA) bylo statisticky prokázáno, že došlo alespoň jednou ke zvýšení obsahu vybraných látek u Kotvičnicku zemního. Z jeho pokusu vyplývá, že kyselina acetylsalicylová je v mnoha případech velmi přínosná a při jejím použití dochází ke zvýšení obsahu vybraných účinných látek.

## 6 Závěr

Cílem této diplomové práce byla studie vlivu elicitorů a technologie pěstování konopí setého (*Cannabis sativa* L.) na kvalitu produktu a jeho využití. První maloparcelkový pokus byl založen na pokusném pozemku ZF JU v ČB, kde se při aplikaci čtyř elicitorů kyseliny acetylsalicylové ve třech koncentracích 3 ASA [ $10^{-3}$  mol.l<sup>-1</sup>], 4 ASA [ $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>], 5 ASA [ $10^{-5}$  mol.l<sup>-1</sup>] a elicitoru NanoFYT Si®) byl zkoumán jejich vliv na obsah účinných látek u různých odrůd konopí (Finola, Fedora, Fibrol, Bialobrzeskie).

Druhý pokus byl proveden ve skleníku Katedry Agroekologie ZF na JU v Českých Budějovicích a stejně jako u prvního pokusu byla provedena aplikace čtyř stejných elicitorů ve stejné koncentraci s cílem ovlivnit obsah účinných látek u odrůdy technického konopí Fedora.

Při vyhodnocení pokusu byl prokazatelný nárůst účinných látek po aplikaci elicitorů 4 ASA [ $10^{-4}$  mol.l<sup>-1</sup>], a především elicitoru NanoFYT Si®. Na základě těchto výsledků se při pěstování konopí setého doporučuje používat elicitory na zvýšení obsahu účinných látek.

**Byla potvrzena výzkumná hypotéza: technologie pěstování technického konopí s použitím elicitorů ovlivní obsah biologicky aktivních látek v produktu.**

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) ADAMS, Philip. *Weedology: Marihuana, vše o pěstování konopí*. Nizozemsko: Positive Publisher, 2012. ISBN 978-9076583-35-8.
- 2) AGRA GROUP a. s., *NanoFYT Si<sup>®</sup>*. [online]. 2017. [cit. 2020-02-21].  
Dostupné z : <http://www.agra.cz/stimulatory/nanofyt-si.html>
- 3) ALI, M. et al. *Antimicrobial Activity of Cannabis sativa L. Chinese Medicine* [online]. Scientific Research, 2012 [cit. 2019-10-17]. Dostupné z: [http://www.scirp.org/pdf/CM20120100009\\_13575513.pdf](http://www.scirp.org/pdf/CM20120100009_13575513.pdf).
- 4) ANDERSON R. J. a kol. *Journal Inst. Brewery*, 1975, roč. 81.
- 5) APPENDINO, Giovanni. et al. *Antibacterial Cannabinoids from Cannabis sativa: A Structure–Activity Study*. J. Nat. Prod. 2008, 71, 1427–1430.
- 6) BARTOŠ, P., *Návrh technologie pěstování kotvičnicku zemního (Tribulus terrestris L.) a jeho využití*. České Budějovice, 2016. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- 7) BJELKOVÁ, Marie a kol. *Komplexní metodika pěstování konopí setého*. Šumperk: Agritec, 2017. ISBN 978-80-87360-55-2.
- 8) BLÁHA, Ladislav. *Rostlina a stres*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003. ISBN 80-86555-32-1.
- 9) BÓCSA, I., P. MÁTHÉ, and L. HANGYEL. *Effect of nitrogen on tetrahydrocannabinol (THC) content in hemp (Cannabis sativa L.) leaves at different positions*. GATE "Fleischmann R." Research Institute, Kompolt 3356, Hungary.
- 10) BORGELT, Laura M. et al. *The Pharmacologic and Clinical Effects of Medical Cannabis*. Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy, Volume 33, Issue 2, February 2013.
- 11) BOULOC, Pierre, Serge ALLEGRET a Laurent ARNAUD. *Hemp: industrial production and uses*. Cambridge, MA: CABI, 2013. ISBN 978-1-84593-793-5.
- 12) *Cannabis sativa* [online]. Florida: University of Florida, 2019 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://assessment.ifas.ufl.edu/assessments/cannabis-sativa/>.

- 13) CÍGLER P., HRUBÝ M., KUŽEL S. (2006). *Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin*. 2006. ČESKÝ PATENT CZ-296300, ÚPV Praha
- 14) CÍGLER, P; OLEJNÍČKOVÁ, J; HRUBÝ, M; a kol. (2010): *Interactions between iron and titanium metabolism in spinach: A chlorophyll fluorescence study in hydropony*. JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY, 167,18 ,1592-1597; DOI: 10.1016/j.jplph.2010.06.021
- 15) CÍGLER, P., HRUBÝ, M., KUŽEL, S. (2015). *The preparation for the induction of increased formativ of bioactive compounds in plants and its use*. EVROPSKÝ PATENTOVÝ ÚŘAD 2015. EP 1750507
- 16) ČAČA, Josef a kol. *Ochrana polních a zahradních plodin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990.
- 17) *Český lékopis 2017 - Pharmacopoea bohemica MMXVII*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0500-7.
- 18) DECORTE, Tom. *World Wide Weed: Global Trends in Cannabis Cultivation and its Control*. London: Routledge, 2016. ISBN 978-1138256842.
- 19) DUPAL, Libor. *Kniha o marihuaně: kompilace*. Praha: Maťa, 1996. ISBN 80-86013-10-3.
- 20) FIŠAR, Zdeněk. *Fytokanabinoidy*. Chemické listy 100, 233-242, 2006.
- 21) FORTENBERY T. R. and M. BENNETT. *Opportunities for commercial hemp production*. Review of Agricultural Economics 26 (1): 97 – 117, 2004. ISSN: 1058-7195.
- 22) GRAMANOVÁ, H., *Technologie pěstování Ostropestřce mariánského Silybum marianum ve vztahu ke kvalitě produktu a jeho zpracování*. České Budějovice, 2009. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- 23) GROTENHERMEN, Franjo. *Konopí jako lék: praktický rádce k využívání konopí a dronabinolu v medicíně*. Olomouc: Fontána, 2009. ISBN 978-807-3365-523.

- 24) HAHN M. G., et al. *The roles of cell wall constituents in plant-pathogen interactions. In Plant-Microbe Interactions. Molecular and Genetic Perspectives.* T. Kosuge and E. W. Nester, eds (New York, NY: McGraw Hill Publishing Co.). 1989, Vol. 3.
- 25) HAUGAARD-NIELSEN, Henrik. et al. *Intergrating hemp in organic farming systems: A Focus on the United Kingdom, France and Denmark.* Kobenhavn: The Royal Agricultural and Veterinary University, 2003.
- 26) HAZEKAMP, Arno. et al. *Chromatographic and Spectroscopic Data of Cannabinoids from Cannabis sativa L.* J. Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 28: 2361–2382, 2005. ISSN 1082-6076.
- 27) HIRT, Miroslav a František VOREL. *Soudní lékařství.* Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0268-6.
- 28) HOLLAND, Julie. *Tráva: kompletní průvodce světem marihuany v medicíně, vědě, kultuře a politice.* Hodkovičky: Pragma, 2014. ISBN 9788073494087.
- 29) HOLUBÁŘ, Josef a kol. *Len a konopí 2014: Přehled odrůd konopí setého 2014.* Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2014. ISBN 978-80-7401-086-6.
- 30) HONZÍK, Roman. *Pěstování konopí setého Cannabis sativa L. pro výrobu bioplynu: metodika pro praxi.* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012. ISBN 978-80-7427-127-4.
- 31) HRUBÝ, M., CÍGLER, P., KUŽEL, S. (2002). Contribution to understanding the mechanism of titanium action in plants. J. PLANT NUTR., 25, 577-598.
- 32) KABÁTOVÁ, Naděžda. *Stanovení obsahu  $\Delta^9$ -THC v konopí setém.* Praha: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, národní ref. lab., Ročník IX, 3, 33 – 57 (2005).
- 33) KAŠPAROVÁ, M. a T. SIATKA. *Vliv kyseliny salicylové na produkci anthracenových derivátů v kultuře Rheum palmatum L. in vitro* [online]. Praha: Pro Lékaře, 2002 [cit. 2019-12-18]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-farmacie/2002-4/vliv->

kyseliny-salicylove-na-produkci-anthracenovych-derivatu-v-kulture-rheumpalatum-l-in-vitro-27472.

- 34) KING, L. A., Chloé CARPENTIER a Paul GRIFFITHS. *An overview of cannabis potency in Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004. EMCDDA insights series, 6. ISBN 92-916-8184-9.
- 35) KOCOURKOVÁ, Blanka, Helena PLUHÁČKOVÁ a Gabriela RŮŽIČKOVÁ. *Pěstování speciálních plodin*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-020-1.
- 36) *Konopí - biomasa pro život*. Chvaleč: Konopa, 2007. ISBN 978-80-254-1149-0.
- 37) KUBÁNEK, Vladimír. *Konopí a mák: (pěstování, výroby, legislativa)*. Brno: Tribun EU, 2008. ISBN 978-80-7399-438-9.
- 38) KUŽEL, S., HRUBY, M., CÍGLER, P., TLUSTOŠ, P., & VAN NGUYEN, P. (2003). Mechanism of physiological effects of titanium leaf sprays on plants grown on soil. *BIOLOGICAL TRACE ELEMENT RESEARCH*, 91(2), 179-189.
- 39) KUŽEL, S., VYDRA, J., TRÍSKA, J., VRCHOTOVÁ, N., HRUBÝ, M., CÍGLER, P. (2008). Technologie pěstování a zpracování *Echinacea purpurea* na extrakt s požadovanými prvky jakosti a podklady pro jeho certifikaci: VĚDECKÁ MONOGRAFIE. 1.vyd V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, s. 116, Malotechnologie.
- 40) KUŽEL, S., VYDRA, J. A. N., TRISKA, J. A. N., VRCHOTOVA, N., HRUBY, M., & CIGLER, P. (2009). Elicitation of pharmacologically active substances in an intact medical plant. *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 57(17), 7907-7911.
- 41) KUŽEL, S.; CÍGLER, P.; HRUBÝ, M. a kol. (2007): *The effect of simultaneous magnesium application on the biological effects of titanium*. *PLANT SOIL AND ENVIRONMENT*, 53, 1, 16-23, DOI: 10.17221/3189-PSE
- 42) MOUDRÝ, Jan a Zdeněk STRAŠIL. *Alternativní plodiny*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1996. ISBN 8070401982.
- 43) MOUDRÝ, Jan. *Alternativní plodiny*. Praha: Profi Press, 2011. ISBN 9788086726403.



- 44) NOSRETI, Darius. *Kyselina acetylsalicylová, ACC* [online]. Praha: Darius, 2017 [cit. 2019-12-18]. Dostupné z: [http://darius.cz/archeus/LS\\_kys\\_acet.html](http://darius.cz/archeus/LS_kys_acet.html).
- 45) NOVÁK, Jan. *Jedovaté rostliny kolem nás*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1549-0.
- 46) NOVÁKOVÁ, Veronika. *Kyselina salicylová*. Čelákovice, 2011. Absolvenská práce. Vyšší odborná škola, střední odborná škola a základní MILLS, s.r.o. Čelákovice.
- 47) PACIFICO, D., F. MISELLI, A. CARBONI, A. MOSCHELLA a G. MANDOLINO. *Euphytica: Time course of cannabinoid accumulation and chemotype development during the growth of Cannabis sativa*. Italy: Springer Netherlands, 2008. ISSN 0014-2336.
- 48) PAVLOVÁ, Libuše. *Fyziologie rostlin*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0985-1.
- 49) PEXÍDR Roman. *Vliv kyseliny acetylsalicylové na obsah účinných látek ve vybraných léčivkách*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2004.
- 50) PROCHÁZKA, Stanislav. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
- 51) RADMAN R. et al. *Elicitation of plants and microbial cell systems*, Biotechnology and Applied Biochemistry, 2003, Vol. 37, s. 91–102.
- 52) RANALLI, Paolo. *Advances in hemp research*. New York: Food Products Press, 1999. ISBN 9781560228721.
- 53) RATAJ, Karel a Jan MELICHAR. *Atlas chorob a škůdců kulturních rostlin díl IX*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1958.
- 54) ROBINSON, Rowan. *Konopný manifest*. Praha: Volvox Globator, 1998. ISBN 80-7207-146-7.
- 55) ROBINSON, Rowan. *Velká kniha o konopí*. Praha: Volvox Globator, 2004. ISBN 80-7207-532-2.

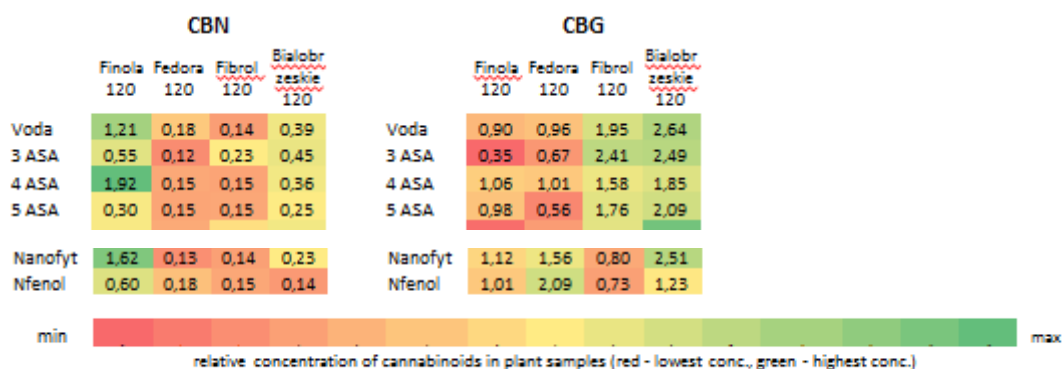
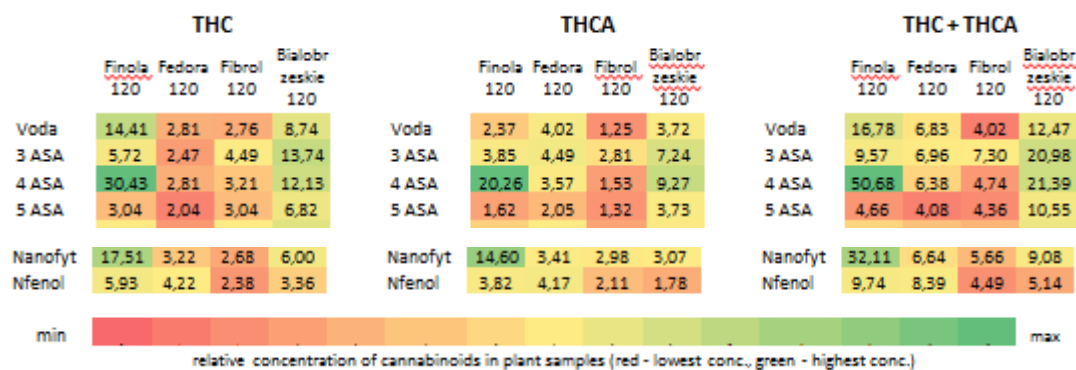
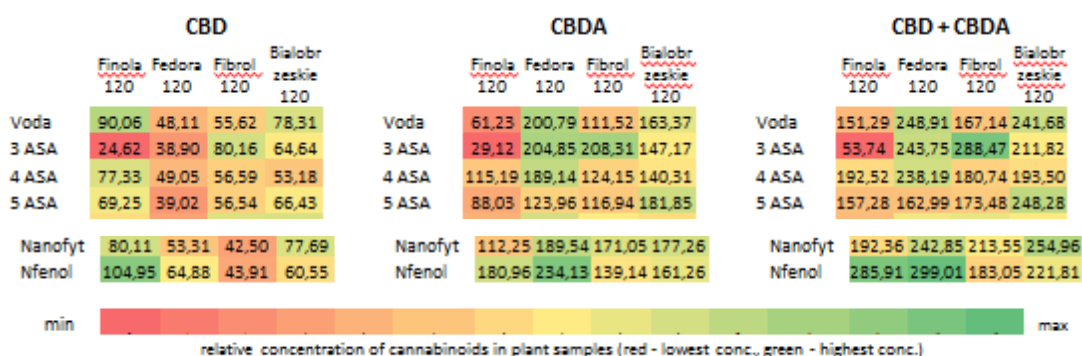
- 56) RUMAN, Michal. *Cannabis - konopí: průvodce světem univerzální rostliny*. Praha: Malý princ, 2014. ISBN 978-80-87754-13-9.
- 57) SIATKA, T. a kol. *Vliv chloridu rtuťnatého na produkci kumarinů v suspenzní kultuře Angelica archangelica L.* Chemické listy. 2011, Vol. 105, s. 367-370. ISSN 1213-7103.
- 58) SINGH, Bharat P. *Biofuel crops: production, physiology, and genetics*. Boston: CAB International, [2013]. ISBN 978-1-84593-885-7.
- 59) SLADKÝ, Václav. *Konopí, šance pro zemědělství a průmysl*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2004. ISBN 80-7271-145-8.
- 60) SMALL, Ernest. *Cannabis: a complete guide*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 9781498761635.
- 61) *Stanovení kanabinoidů v konopí a konopných přípravcích* [online]. Praha: Aquatest - Zkušební laboratoře, 2005 [cit. 2019-17-10]. Dostupné z: [http://www.aquatest.cz/files/stanoveni\\_kanabinoidu.pdf](http://www.aquatest.cz/files/stanoveni_kanabinoidu.pdf).
- 62) STEHLÍK, Václav a Jiří TRANTÍREK. *Naučný slovník zemědělský 3, K-L*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1971.
- 63) STRUIK, P. et al. *Agronomy of fibre hemp (Cannabis sativa L.) in Europe*. Industrial Crops and Products. 2000, 11.
- 64) SUURKUUSK, Gert. *Validation of the gas chromatographic method for THC, CBD and CBN determination*. Tartu: University of Tartu, 2010. Master`s thesis.
- 65) ŠALÁT, F. *Studium vlivu elicitorů na obsah některých účinných látek v heřmánku lékařském (Chamomilla recutita L. Rauschert)*. 2007. Diplomová práce, ZF JU, České Budějovice.
- 66) ŠIROKÁ, Marie: *Konopí seté – energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí* [online]. Praha: Biom.cz, 2009 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti>.

- 67) ŠNOBL, Josef a Josef PULKRÁBEK. *Základy rostlinné produkce*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005. ISBN 978-80-213-1340-8.
- 68) ŠNOBL, Josef. *Rostlinná výroba IV.: (chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům)*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby, 2004. ISBN 80-213-1153-3.
- 69) ŠRÁMEK, J. *Léčivé rostliny, jejich hnojení a ošetření elicitory s cílem maximální produkce některých účinných látek*. České Budějovice, 2007. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- 70) ŠTEFAN, Jiří a Jiří HLADÍK. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3594-8.
- 71) ŠVIHOVEC, Jan, Jan BULTAS, Pavel ANZENBACHER, Jaroslav CHLÁDEK, Jan PŘÍBORSKÝ, Jiří SLÍVA a Martin VOTAVA, ed. *Farmakologie*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-247-5558-8.
- 72) TLUSTOŠ P., CÍGLER P., HRUBÝ M., KUŽEL S., SZÁKOVÁ J., BALÍK J. (2005). The role of titanium in biomass production and its influence on essential elements' contents in field growing crops. PLANT SOIL AND ENVIRONMENT 51(1), 19-25.
- 73) VÁŠA, František. *Přádné rostliny*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1965.

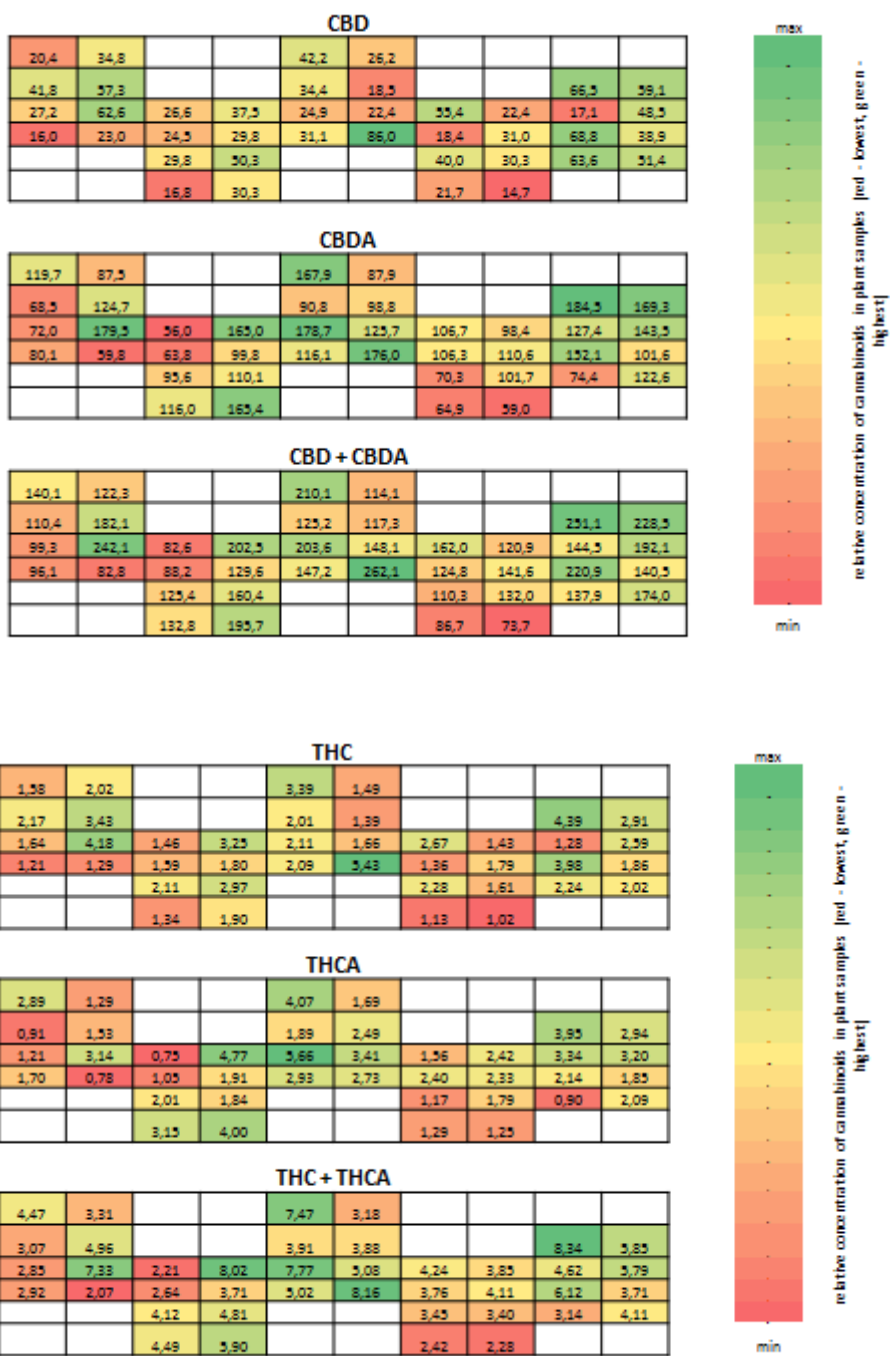
## SEZNAM PŘÍLOH

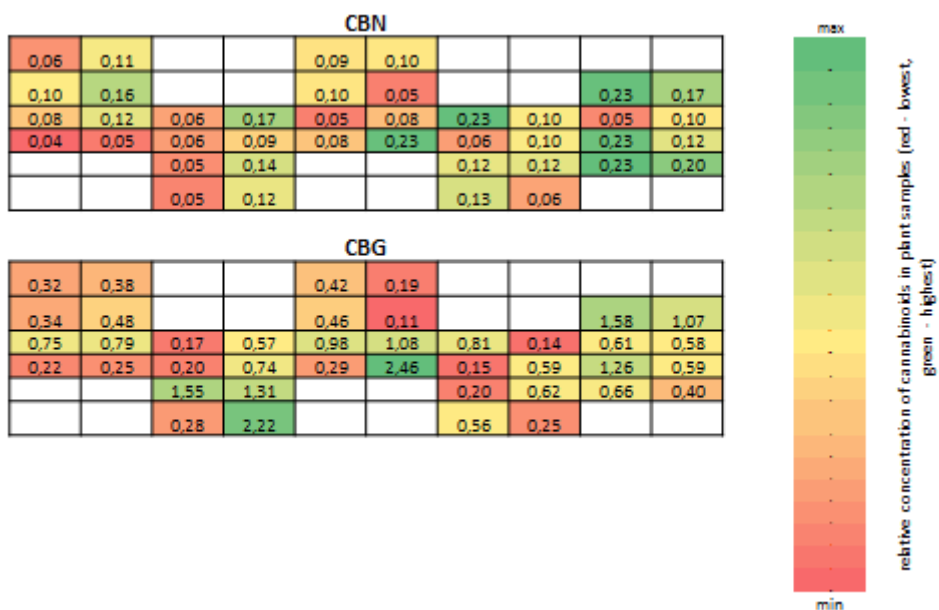
Příloha č.1 - Výsledky maloparcelkového pokusu.....	85
Příloha č.2 - Výsledky pokusu ve skleníku.....	86
Příloha č.3 - Obrázky z pokusů konopí provedených prof. Ing. Stanislavem Kuželem, CSc. ....	87

Příloha č.1 - Výsledky maloparcelkového pokusu



Příloha č.2 - Výsledky pokusu ve skleníku





Příloha č.3 - Obrázky z pokusů konopí provedených prof. Ing. Stanislavem Kuželem, CSc.









## SEZNAM GRAFŮ

Graf č.1 - Produkce konopí setého v ČR (2000–2018).....	19
Graf č.2 - Vliv hnojení dusíkem na obsah THC v listech konopí setého.....	40
Graf č.3 - Vliv elicitorů na obsah CBD u různých odrůd .....	52
Graf č.4 - Vliv elicitorů na obsah CBDA u sledovaných odrůd .....	53
Graf č.5 - Vliv elicitorů na obsah účinných látek CBD+CBDA u různých odrůd .....	54
Graf č.6 - Vliv elicitorů na obsah THC u různých odrůd konopí setého .....	55
Graf č.7 - Vliv elicitorů na obsah THCA u různých odrůd.....	56
Graf č.8 - Vliv elicitorů na obsah THC+THCA u různých odrůd .....	57
Graf č.9 - Vliv elicitorů na obsah CBN u různých odrůd .....	58
Graf č.10 - Vliv elicitorů na obsah CBG u různých odrůd .....	59
Graf č.11 - Vliv elicitorů na obsah CBD u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty v 8 opakováních).....	60
Graf č.12 - Vliv elicitorů na obsah CBD u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty) .....	60
Graf č.13 - Vliv elicitorů na obsah CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty v 8 opakováních).....	61
Graf č.14 - Vliv elicitorů na obsah CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty) .....	61
Graf č.15 - Vliv elicitorů na obsah CBD+CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování).....	62
Graf č.16 - Vliv elicitorů na obsah CBD+CBDA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty).....	62
Graf č.17 - Vliv elicitorů na obsah THC u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování).....	63
Graf č.18 -Vliv elicitorů na obsah THC u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty) .....	63
Graf č.19 - Vliv elicitorů na obsah THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty u 8 opakování).....	64
Graf č.20 - Vliv elicitorů na obsah THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty) .....	64

Graf č.21 - Vliv elicitorů na obsah THC+THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování).....	65
Graf č.22 - Vliv elicitorů na obsah THC+THCA u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty).....	65
Graf č.23 - Vliv elicitorů na obsah CBN u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování).....	66
Graf č.24 - Vliv elicitorů na obsah CBN u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty) .....	66
Graf č.25 - Vliv elicitorů na obsah CBG u odrůdy Fedora ve skleníku (naměřené hodnoty z 8 opakování).....	67
Graf č.26 - Vliv elicitorů na obsah CBG u odrůdy Fedora ve skleníku (průměrné hodnoty) .....	67
Graf č.27 - Obsah (koncentrace) účinných látek v konopí setém v závislosti na způsobu ošetření, varianty odrůd společně.....	69
Graf č.28 - Obsah (koncentrace) účinných látek v konopí setém v závislosti na způsobu ošetření a na variantě odrůd (skupina variant s vyššími koncentracemi). .....	70
Graf č.29 - Obsah (koncentrace) účinných látek v konopí v závislosti na způsobu ošetření a na varianty odrůd (skupina variant s nižšími koncentracemi).....	72

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1 - Konopí seté ( <i>Cannabis Sativa</i> L.).....	11
Obrázek č.2 - Příčný řez konopného stonku .....	15
Obrázek č.3 - Žláznatý trichom (nalevo) a přisedlý trichom (napravo).....	16
Obrázek č.4 - Samčí květy (napravo) a samičí květ (nalevo) .....	16
Obrázek č.5 - Podélný a příčný řez semene .....	17
Obrázek č.6 - Idealizovaný průběh stresové reakce.....	42
Obrázek č.7 - Přehled abiotických a biotických stresových faktorů.....	43
Obrázek č.8 - Vznik ASA z SA .....	47
Obrázek č.9 - Schéma maloparcelkového pokusu .....	49
Obrázek č.10 - Schéma pokusu ve skleníku .....	50

## SEZNAM TABULEK

Tabulka č.1 - Charakteristika jednotlivých forem konopí setého .....	13
Tabulka č.2 - Klimatické požadavky konopí .....	22
Tabulka č.3 - Stanovení výsevku pro pěstování konopí setého .....	23
Tabulka č.4 - Základní statistiky souboru dat koncentrací při různých koncentracích elicitoru. ....	68
Tabulka č.5 - Analýza variací obsahu účinných látek u různých variant a při různém způsobu ošetření porostů.....	68
Tabulka č.6 - Analýza variací obsahu účinných látek u různých variant a při různém způsobu ošetření porostů (skupina s vyššími koncentracemi). ....	69
Tabulka č.7 - Koncentrace účinných látek (skupina s vyššími koncentracemi) u variant v závislosti na způsobu ošetření porostu s vyjádřením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$ .....	71
Tabulka č.8 - Analýza variací obsahu účinných látek u různých variant a při různém způsobu ošetření porostů (skupina s nižšími koncentracemi).....	71
Tabulka č.9 - Koncentrace účinných látek (skupina s nižšími koncentracemi) u variant v závislosti na způsobu ošetření porostu s vyjádřením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$ .....	73