

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Chemické složení konopí setého (*Cannabis sativa*) a možnosti jeho využití pro krmné účely

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.

Autor:

Němcová Michaela

České Budějovice, duben 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Michaela NĚMCOVÁ  
Osobní číslo: Z13295  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině  
Název tématu: Chemické složení konopí setého (*Cannabis sativa*) a možnosti jeho využití pro krmné účely  
Zadávající katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Hlavním cílem bakalářské práce je formou literární rešerše shrnout informace o chemickém složení konopného semene (základní složení, obsah aminokyselin, vlákniny, vitamínů, specifických látek atd.), genetické variabilitě v obsahu látek a možnostech využití konopí jako krmiva a to jak přímo semene tak odpadních produktů.

Úlohou autorky bude shromáždit dostupné informace na dané téma prostřednictvím přístupných literárních zdrojů - např. knihovní fond ČR, mezinárodní elektronické databáze vědeckých publikací (Web of Science, Scopus aj.), on-line vědecké časopisy s volným přístupem atd.

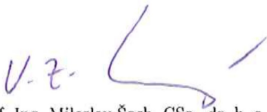
- 1) Úvod - stručný nástin významu tématu.
- 2) Vypracování osnovy bakalářské práce (stručná charakteristika druhu, obsah látek a jejich variabilita v závislosti na formě, odrůdě atp., požadavky a možnosti využití jako krmivo pro drůbež, přežvýkavce, ptactvo, ryby atd.).
- 3) Zpracování získaných informací a vytvoření přehledné literární rešerše na dané téma.
- 4) Závěr - shrnutí nejdůležitějších poznatků vyplývajících ze studované problematiky a vlastní názor autora na stav problematiky.

Rozsah grafických prací: 5 stran  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:


Sladký V. 2004. Konopí, šance pro zemědělství a průmysl, Praha : ÚZPI, 2004, 64 s.  
Silversides F.G., Lefrancois M.R. 2005. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *British Poultry Science* 46(2): 231-235.  
Mölleken, H. and R. R. Theimer 1997. Survey of minor fatty acids in *C. sativa* L. Fruits of various origins. *Journal of the International Hemp Association* 4(1): 13-17  
Callaway, J. C., Tennilä, T. and Pate, D. W. 1996. Occurrence of "omega-3" stearidonic acid (cis-6,9,12,15-octadecatetraenoic acid) in hemp (*Cannabis sativa* L. ) seed. *Journal of the International Hemp Association* 3(2): 61-63.  
Ranalli P. 1999. *Advances in hemp research*. Haworth press, Binghamton USA, 272 s  
Fortenbery T.R., Bennet M. 2004. Opportunities for Commercial Hemp Production Review of *Agricultural Economics*, 2004 . 26, iss. 1, pp. 97-117  
Časopisy *Journal of the International Hemp Association*, *Cannabinoids a sborníky z konferencí Bioresource Hemp Symposium*, databáze *Web of Science a Scopus*

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

Datum zadání bakalářské práce: 13. února 2015  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2016

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚLÉPŇSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 13. února 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Chemické složení konopí setého (*Cannabis sativa*) a možnosti jeho využití pro krmné účely“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Tímto způsobem bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce paní doc. Ing. Janě Pexové Kalinové, Ph.D. za odborné rady a připomínky při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat mým rodičům, za jejich podporu, cenné rady a vytvoření podmínek pro dobré pracovní prostředí.

## ABSTRAKT

Konopí seté (*Cannabis sativa* L.) je jednoletá kulturní rostlina, která byla využívána lidmi již od starověku a i v současnosti nachází využití v mnoha oblastech lidského života. Cílem této bakalářské práce bylo formou literární rešerše shrnout informace o chemickém složení konopného semene (základní složení, obsah aminokyselin, vlákniny, vitamínů, specifických látek atd.), genetické variabilitě v obsahu látek a možnostech využití konopí jako krmiva a to jak přímo semene tak odpadních produktů.

Krmení konopných semen drůbeži zvyšuje produkci vajec a obohacuje žloutek o karotenoidy,  $\Omega$  - 3 a  $\Omega$  - 6 mastné kyseliny a snižuje obsah cholesterolu. U vykrmované drůbeže zvyšuje hmotnost prsou, stehen, jater, žaludku, střev i podíl břišního tuku. Konopné pokrutiny mají pozitivní vliv na funkci bacheru přežvýkavců, podporují příjem neutrální detergentní vlákniny a zvyšují zastoupení nenasycených mastných kyselin v mase. Olej z konopí zmírňuje stres a zlepšuje imunitu krmených zvířat.

Klíčová slova: *Cannabis sativa* , chemické složení, semeno, krmivo, odrůda

## **ABSTRACT**

*Cannabis sativa* L. is an annual cultural plant used from ancient times up to the present in many spheres of the human life.

The aim of this bachelor study was to summarize on the basis of literature sources the information about chemical composition of the hemp seed (basic composition, content of amino acids, fiber, vitamins and specific substances, etc.), genetic variability in the substances content, and possibilities of utilization of the hemp seed and also plant residues as feed.

Feeding hemp seeds to poultry increases egg production and enriches egg yolk with carotenoids,  $\Omega$  - 3 and  $\Omega$  - 6 fatty acids and decreases the cholesterol content. In case of broilers, hemp seeds increases the weight of the breasts, thighs, liver, stomach, intestines and the portion of abdominal fat. Hemp seed cakes have a positive effect on rumen function, support reception of neutral detergent fiber and increases the unsaturated fatty acids content in the meat. Hemp oil relieves stress and improves immunity of the fed animals.

Key words: *Cannabis sativa*, chemical composition, seed, feed, variety

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

**BARF** - výživa psa syrovou stravou

**CBC** - kanabichromen

**CBD** - kanabidiol

**CBN** - kanabinol

**EA** - kyselina ethakrynová

**EMK** - esenciální mastné kyseliny

**FEEDAP** - Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed - panel, který se zabývá aditivy a produkty nebo látkami používanými v živočišných krmivech

**FEI** – Fédération Equestre Internationale - mezinárodní jezdecká federace

**GLA** - kyselina  $\gamma$  - linolenová

**HTS** - hmotnost tisíce semen

**IR** - syndrom rezistence na inzulín

**LK** - kyselina linolová

**LNK** - kyselina  $\alpha$  - linolenová

**MK** - mastné kyseliny

**OP** - stupeň žluklosti

**PDCAAS** - aminokyselinové skóre vztažené na stravitelnost proteinů

**PSSM** - porucha ukládání glykogenu ve svalech

**RUP** - hrubý protein krmiva nedegradovatelný v batoru

**SDA** - kyselina stearidonová

**THC** - tetrahydrocannabinol

**THCV** - tetrahydrocannabivarin



## OBSAH

|  |    |
|--|----|
| <b>1. ÚVOD</b> .....   | 11 |
| <b>2. CÍL</b> .....  | 13 |
| <b>3. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....                                  | 14 |
| <b>3.1. Původ a historie pěstování konopí</b> .....                | 14 |
| <b>3.2. Botanická charakteristika <i>Cannabis sativa</i></b> ..... | 18 |
| 3.2.1. Kořen .....   | 19 |
| 3.2.2. Stonek.....   | 19 |
| 3.2.3. Listy.....  | 20 |
| 3.2.4. Květ .....  | 21 |
| 3.2.5. Plod.....   | 22 |
| <b>3.3. Historie taxonomie <i>Cannabis sativa</i></b> .....        | 23 |
| <b>3.4. Druhy <i>Cannabis sativa</i></b> .....                     | 24 |
| 3.4.1. Formy <i>Cannabis sativa</i> .....                          | 25 |
| <b>3.5. Chemotypy <i>Cannabis sativa</i></b> .....                 | 26 |
| <b>3.6. Odrůdy konopí</b> .....                                    | 27 |
| <b>3.7. Složení konopného semene</b> .....                         | 28 |
| 3.7.1. Bílkoviny konopného semene .....                            | 29 |
| 3.7.2. Tuky.....   | 30 |
| 3.7.3. Sacharidy (cukry a vláknina).....                           | 37 |
| 3.7.4. Vitamíny .....  | 38 |
| 3.7.5. Minerální látky .....                                       | 40 |
| 3.7.6. Další složky .....  | 44 |
| 3.7.7. Antinutriční látky.....                                     | 45 |
| <b>3.8. Možnosti krmného využití konopí</b> .....                  | 46 |
| 3.8.1. Konopné semeno .....  | 47 |
| 3.8.2. Proteinový izolát.....                                      | 51 |
| 3.8.3. Konopné otruby .....  | 52 |
| 3.8.4. Konopná vláknina.....                                       | 53 |
| 3.8.5. Konopný olej .....  | 54 |
| 3.8.6. Konopné pokrutiny .....                                     | 55 |
| 3.8.7. Celé rostliny konopí jako krmivo .....                      | 60 |
| 3.8.8. Veterinární využití.....                                    | 62 |
| <b>4. Seznam použité literatury</b> .....                          | 66 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.1. Elektronické zdroje .....</b>     | <b>71</b> |
| <b>4.2. Zákony, vyhlášky, normy .....</b> | <b>75</b> |

## 1. ÚVOD

Pro lidské zdraví je důležitá nejen pestrost přijímané potravy, ale i její kvalita. Kvalita živočišných potravin závisí na řadě faktorů. Kromě jejich zpracování a uchování je to hlavně výživa hospodářských zvířat, která ovlivňuje vyprodukované množství živočišné potravy, ale i její nutriční složení. To je dané ukládáním a tvorbou látek v živočišné tkáni na základě složení krmiva i vlivem krmiva na zdraví hospodářských zvířat.

Když se řekne konopí seté tak se v mnoha lidech zjeví myšlenka, že se hovoří o marihuaně jako o droze. Není ani divu, když v dnešní době skoro denně slyšíme v médiích o tom, že se někde objevila pěstírna konopí nebo že dnešní mládež tuto drogu používá běžně už na základních školách. Nikdo z nich si, ale neuvědomuje, že konopí seté může být i velice perspektivní rostlina 21. století.

Tato alternativní rostlina má široké spektrum využití. Využívá se na vlákno v textilním průmyslu, na výrobu papíru, ve stavebnictví a farmaceutickém průmyslu. Díky rychlému růstu je konopí možno využít i pro produkci biomasy k energetickým účelům. V současné době nabývá významu i široké využití konopného semene a oleje v potravinářství. Poptávka po potravinářských výrobcích na bázi konopí se v posledních letech zvyšuje vzhledem ke kladným zdravotním dopadům na lidský organismus. Konopné semeno a potravinové výrobky z něj patří mezi jedny z nejvýznamnějších přírodních potravinových doplňků pro lidský organismus. Doporučuje se ho používat na kardiovaskulární onemocnění, metabolické potíže, hormonální změny, správný vývoj mozku, paměť, k hydrataci všech důležitých orgánů a pokožky, takže jen vhodné při léčbě lupenky nebo ekzémů. Podobné využití by konopí mohlo najít konopí i ve veterinární medicíně. O jeho uplatnění je však v literatuře dosud málo informací.

Vysoce se hodnotí i další vlastnosti konopí, jako je menší výrobně energetická náročnost, schopnost odčerpávat z půdy těžké kovy a omezovat zapelevelení, druhotná zpracovatelnost a biodegradabilita použitého materiálu.

Odpady po lisování oleje i konopná semena jsou cenným zdrojem  $\Omega$  - 3 mastných kyselin a bílkovin. Právě proto je lze využít jako krmivo pro zvířata a může se tedy významně projevit i na vyšším obsahu mastných kyselin ve výsledné živočišné potravíně. V dnešní době

se konopí využívá především ke krmení drůbeže a ptactva, přežvýkavců či koní. Znalosti o využití konopí ve výživě dalších kategorií zvířat nejsou mezi chovateli rozšířené, především z důvodu obsahu THC v biomase konopí, které může být hromaděno v tělech a produktech hospodářských zvířat. Proto je snahou této práce mimo jiné poukázat na tyto možnosti využití, pozitivní i negativní účinky tohoto krmiva i bezpečnost zkrmování.

## 2. CÍL

Cílem bakalářské práce je formou literární rešerše shrnout informace o chemickém složení konopného semene (základní složení, obsah aminokyselin, vlákniny, vitamínů, specifických látek atd.), genetické variabilitě v obsahu látek a možnostech využití konopí jako krmiva a to jak přímo semene tak odpadních produktů.

### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1. Původ a historie pěstování konopí

Centrem původu konopí je oblast centrální a severovýchodní Asie, konkrétně území dnešní Číny. Jedná se o jednu z nejstarších kulturních rostlin. Semena se našla již v době neolitu, která zde rostla jako plevel v okolí osad. Mezi první užití konopí patří pojídání semen, jako topivo, zdroj vlákna a léčebný prostředek (Holland, 2014).

Nejstarší záznam o léčebném využití konopí je z doby okolo roku 2 800 př. n. l. v lékopisu Pen - Ts'ao čínského císaře Shen - Nung, který samičí konopí předepisoval k léčbě zácpy, malárie, revmatismu, menstruačních potíží atd. V roce 200 n. l. učinil čínský chirurg Hua Tsao objev, kdy během složitých zákroků používal anestetikum připravené z konopné pryskyřice a vína. V 5. století př. n. l. bylo zaznamenáno, že s pomocí konopí a ženšenu věštcí cestovali časem. V některých státech a území Afriky se používá konopí při malárii, horečkách, úplavici a sněti. Na Střední východ přinesli konopí indoevropské kmeny zvané Skytové, které žili na území dnešních hranic mezi Ruskem a Čínou. Po pohřebním obřadu Skytové stavěli stavby, do nichž vstupovali a očišťovali se vdechováním výparů z konopných semínek. Konopí se využívalo k léčebným účelům také ve starověké Mezopotámii, kdy se z rostlin konopí připravovaly oleje a kadidla. Konopí se používalo jako přísada do mastí. V Egyptě se tato léčivá bylina používala při obřadech k uctění mrtvých. V původním hebrejském textu Starého zákona se nacházejí odkazy na konopí jako nedílnou součástí náboženských obřadů (Holland, 2014). O účincích této léčivé rostliny se v Evropě poprvé zmiňují Dioskorides a Plinius. V Evropě se konopí používalo především k léčbě astmatu, kašle, poruch spánku, bolesti, křečí a kožní infekce. Od roku 1955 je známa československá studie, kdy se infekce může léčit pomocí cannabisových derivátů (ANONYM, 2016 - 22). *Cannabis sativa* je od roku 2010 zapsána do českého lékopisu (Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2015).

Již před sto lety se konopí běžně používalo i jako veterinární léčivo. Společnost Parke - Davis například prodávala výtažek z konopí, který veterináři používali jako lék proti bolesti a sedativum v případě nachlazení a bolestí břicha (ANONYM, 2016 - 27). V Asii je konopí využíváno k léčení různých druhů nemocí zvířat (Robinson, 1996). V Rusku na svátek sv. Jana zkrmovali květy konopí zvířatům, aby odehnali d'ábla a zajistili zdraví zvířat (Booth,

2003). V řadě zemí je použití konopí zakázáno nebo legislativně omezeno na části, které nemohou obsahovat THC např. Austrálie. Konopí lze podávat hospodářským zvířatům ve formě sklizených nebo ošetřených rostlin konopí, ze kterého jsou odstraněny všechny listy, květy a semena, denaturované semena u licenčně pěstovaných rostlin, extrahovaný olej z technického konopí a krmivo z denaturovaného semene technického konopí. Hospodářská zvířata, která jsou chovaná v blízkosti technického konopí, musí být řádně zabezpečena od kontaktu s touto rostlinou (Stock Regulation, 1988).

V současnosti jsou základem výrobků z konopí tři suroviny: vlákno, které se využívá v textilním či automobilovém průmyslu, semeno používané jako krmivo, na potravinářský a kosmetický olej a pazdeří, které se prosazuje vedle dřeva a jiných vlákenných materiálů při výrobě papíru, stavebních materiálů či tzv. zelené energie. Pazdeří je přitom odpadní produkt průmyslového zpracování stonku na vlákno. Stonky jsou při něm mechanicky rozlámány a pazdeří od vlákna postupně odděleno. Získaná "štěpka" se lisuje do briket a pelet pro využití v kotlích malých výkonů. Do roku 1996 se mohlo konopí seté bez rozporu s naší legislativou normálně pěstovat. Situace se zkomplikovala přijetím zákona č. 92/1996 Sb. o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, který s účinností od 30. 8. 2003 nahradil zákon č. 219/2003 Sb. o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, ve znění pozdějších předpisů. Ustanovení nově přijatého zákona upravují podmínky pro registraci odrůd a pro obchodování s rozmnožovacím materiálem tak, aby vyhovovaly požadavkům výše zmíněných směrnic i po vstupu České republiky do EU a který do jisté míry omezuje pěstování konopí tím, že stanoví požadavky na rozmnožovací materiál uváděný do oběhu. V současné době existuje od 1. 1. 1999 nový zákon č. 167/98 zákon „o návykových látkách“, který upravuje pěstování máku a konopí. § 24 a zákona zakazuje pěstovat druhy a odrůdy konopí (rod *Cannabis*), které mohou obsahovat více než 0,3 % látek ze skupiny THC (tetrahydrokanabinolů). § 29 nařizuje ohlašovací povinnost osob pěstujících mák nebo konopí na ploše větší 100 m<sup>2</sup>. Pěstitel je povinen dle tohoto zákona ohlásit pěstování konopí setého na příslušném celním úřadě dle místa pěstování (Šíroká, 2016).

Roční produkce konopí v Evropě byla v roce 2010 - 15 000 ha, 25 000 t vlákniny, 40 000 t konopného pazdeří a 6 000 t semen konopí (EFSA). Konopná semena se používají převážně z 95 % k výživě zvířat, zejména ptáků, k produkci potravin a zbývajících 5 % se používá jako potravina (EFSA, 2011).

Z tab. 1 je patrné, že nejvyšší osevní plocha konopí setého u nás byla v roce 2007/08 a činila 1 530 ha a nejnižší plocha v roce 2013/14, kdy plocha dosahovala pouze 127 ha.

Tabulka č. 1: Výsevní plochy konopí setého [ha] (Bjelková, 2016).

| Osevní plocha konopí setého v ha |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                  | 2005/06 | 2006/07 | 2007/08 | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 |
| Česko                            | 158     | 1 086   | 1 530   | 518     | 142     | 236     | 220     | 280     | 127     |
| Dánsko                           | 39      | 1       | 44      | 0       | 58      | 0       | 407     |         |         |
| Německo                          | 1 985   | 1 233   | 824     | 896     | 1 197   | 800     |         |         |         |
| Španělsko                        | 853     | 3       | 0       | 0       | 0       |         |         |         |         |
| Francie                          | 9 315   | 7 303   | 8 800   | 6 187   | 11 326  | 7 797   | 15 000  | 11 782  | 11 446  |
| Itálie                           | 157     | 236     | 404     | 263     | 0       |         | 7       | 450     | 900     |
| Litva                            | 0       | 0       | 0       | 5       | 136     | 0       | 77      |         |         |
| Maďarsko                         | 277     | 198     | 0       | 0       | 0       |         |         |         |         |
| Nizozemsko                       | 49      | 16      | 118     | 274     | 886     | 1 200   | 691     | 1 100   | 1 950   |
| Rakousko                         | 342     | 546     | 500     | 52      | 40      | 200     | 52      |         |         |
| Polsko                           | 129     | 762     | 1 081   | 987     | 452     | 282     | 66      | 150     |         |
| Finsko                           | 0       | 75      | 5       | 0       | 0       | 500     |         |         |         |
| V. Británie                      | 1 274   | 1 671   | 0       | 1 362   | 307     | 1 500   | 1 330   |         |         |
| Švédsko                          | 0       | 0       | 820     | 0       | 0       | 200     |         |         |         |
| Rumunsko                         | 0       | 0       | 73      | 0       | 0       |         |         |         |         |

Ze států EU má největší podíl na osevních plochách Francie (tab. 2). Konopí v Evropských zemích zaznamenává mírný nárůst ploch.



Tabulka č. 2: Osevní plocha konopí setého v Evropských zemích [ha] (Bjelková, 2016).

|                 | rok 2013 | rok 2014 | vývojový trend            |
|-----------------|----------|----------|---------------------------|
| Francie         | 11 605   | 10 720   | stabilní, mírný pokles    |
| Holandsko       | 1 100    | 1 950    | rostoucí trend            |
| Itálie          | 450      | 900      | rostoucí trend            |
| Ostatní země EU | 1 360    | 1 680    | rostoucí trend, nové země |
| Celkem          | 14 515   | 15 250   | mírný nárůst              |
| Podíl Francie   | 80%      | 70%      |                           |

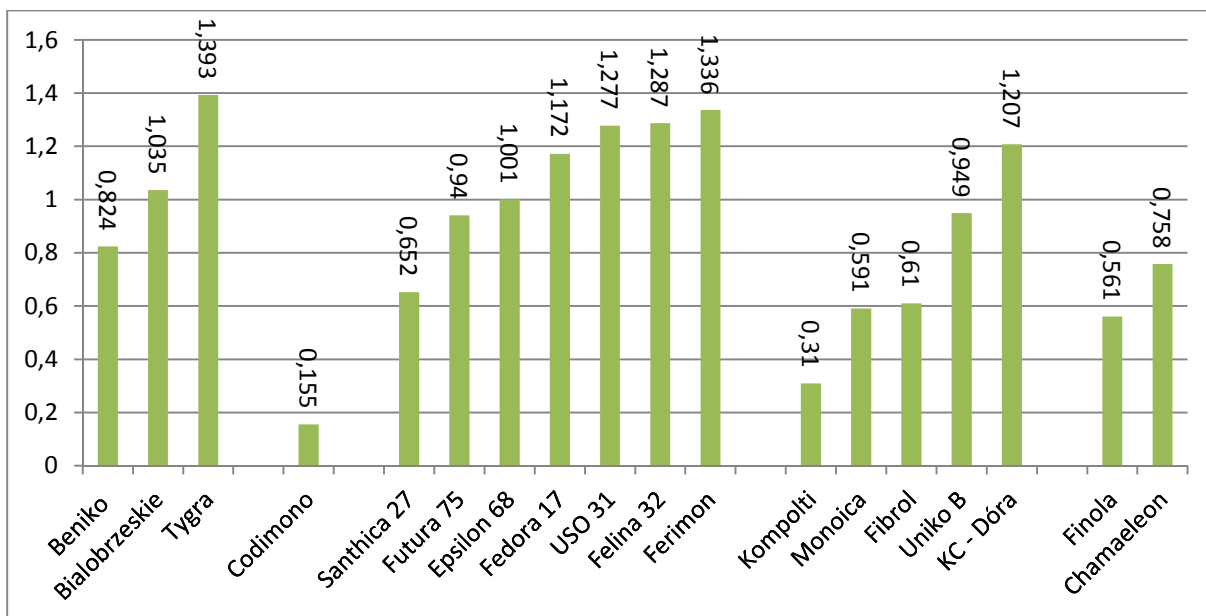
Mezi hlavní přednosti konopí patří rychlý a efektivní nárůst rostlinné hmoty v relativně krátkém čase. Kombinací pěstebních podmínek a vhodně zvolené odrůdy lze docílit vysokých výnosů. To je samozřejmě ovlivněno aktuálním počasím daného roku (Šírl, 2011). Současný průměrný výnos suchých stonků v ČR se pohybuje v rozmezí 6 - 8 t/ha, výběrem vhodných pozemků a optimalizací výživy rostlin lze dosáhnout výnosy suchých stonků až 12 t/ha (ANONYM, 2016 - 14).

Výnos suché hmoty stonků konopí činí 8,5 - 10,5 t/ha

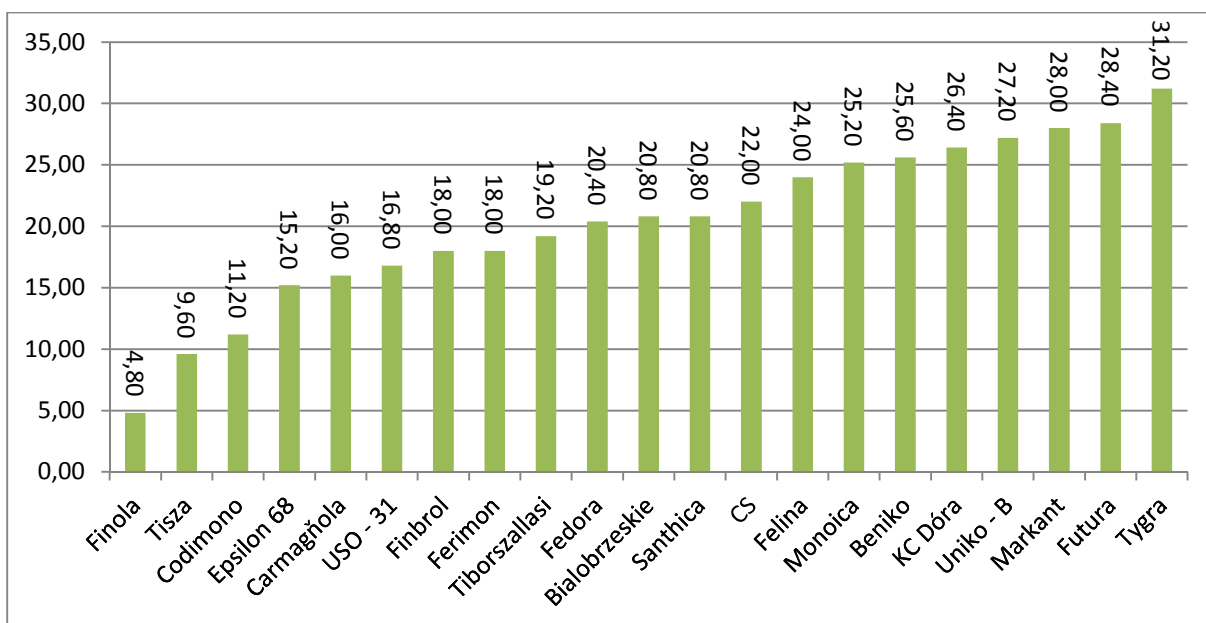
z toho:

- vlákna 2,1 - 3,0 t/ha, obsah vlákna ve stonku od 20 do 34 %, z čehož cca dvě třetiny připadají na dlouhé vlákno a zbytek na krátké vlákno neboli koudel
- pazdeří (dřevité hmoty stonku - vedlejšího produktu zpracování stonků v tírně) do 5 t/ha
- semene 0,6 - 0,8 t/ha, u semenářských odrůd až 1,5 t/ha

Nejvyššího výnosu semen dosáhla ve čtyřletém průměru odrůda Tygra - 1,393 t. ha<sup>-1</sup> a nejnižšího odrůda Codimono - 0,155 t. ha<sup>-1</sup> (graf č. 1). Nejvyššího výnosu biomasy dosáhla opět odrůda Tygra - 31,20 t. ha<sup>-1</sup> a nejméně odrůda Finola 4,80 t. ha<sup>-1</sup> (graf č. 2).



Graf č. 1: Výnos semen (t. ha<sup>-1</sup>) u odrůd konopí setého (Bjelková, 2016).



Graf č. 2: Výnos biomasy u odrůd konopí setého (Bjelková, 2016).

### 3.2. Botanická charakteristika *Cannabis sativa*

Konopí je řazeno do čeledi konopovité (*Cannabaceae*) jak uvádí tab. 3. Nejblížejším příbuzným je chmel *Humulus lupulus* (Kubánek, 2009).

Tabulka č. 3: Botanická charakteristika (ANONYM, 2016 - 23).

|          |  |
|----------|--|
| Říše     | rostliny ( <i>Plantae</i> )  |
| Podříše  | cévnaté rostliny ( <i>Tracheobionta</i> )  |
| Oddělení | krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )  |
| Třída    | vyšší dvouděložné ( <i>Rosopsida</i> )   |
| Řád      | růžotvaré ( <i>Rosales</i> )   |
| Čeleď    | konopovité ( <i>Cannabaceae</i> )  |
| Rod      | konopí ( <i>Cannabis</i> )   |
| Druh     | indické ( <i>indica</i> ), rumištní ( <i>ruderalis</i> ), seté ( <i>sativa</i> ) |

Konopí je teplomilná, jednoletá, dvoudomá a větrosnubná bylina, pocházející ze střední Asie. Dosahuje výšky stonku od 0,8 - 4 m, ve výjimečných a výhodných podmínkách přes 5 - 7 m (Kubánek, 2009).

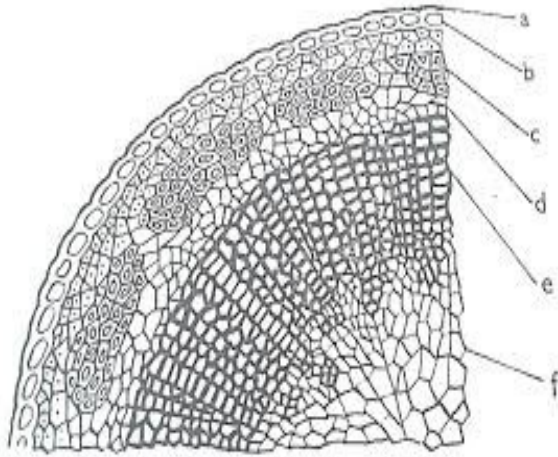
### 3.2.1. Kořen

Kořenový systém je u konopí slabě vyvinutý. Hlavní křivý kořen je kolmý a dosahuje délky až 40 cm. Velikost kořenového systému a jeho délka závisí na půdním druhu, hladině spodní vody a typu konopí (Ruman, 2013). V poměru k nadzemní části má konopí slabě vyvinuté kořeny a proto je značně náročná na množství živin a vody v půdě. Kořen dobře provzdušňuje půdu a tím brání erozi (Miovský, 2008).

### 3.2.2. Stonek

Stonek konopí je přímý, v mládí kulatý, dužnatý a vyplněný dřevem. V další vývojové fázi je čtyř až šestihřanný s drobnými chloupky. Na rostlině je 7 - 15 internodií (Kubánek, 2009). Stonek obsahuje 13,5 - 19,5 % vlákniny. Může dosahovat délky až 7 metrů a šířky 6 cm. Kůra stonku obsahuje lýkové vlákno, které obsahuje celulózu a hemicelulózu. Polovina, až dvě třetiny objemu stonku tvoří dřevovina, která je hlavní částí stonku a tvoří jí zdřevnatělý

parenchym a vodící pletiva xylému, která po zpracování nazýváme pazdeří (Miovský, 2008; Kubánek, 2009). Na obr. č. 1 je znázorněn příčný řez konopného stonku.



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

Obrázek č. 1. : Příčný řez konopného stonku (Rybáček, 1970).

### 3.2.3. Listy

Miovský (2008) uvádí, že konopí má dva jednoduché děložní listy podlouhlého tvaru, které po vzejití opadávají a tvoří na stonku první kolénko. První pravé listy jsou protilehlé a jsou v páru. Ze stonku vyrůstají v pravém úhlu k děložním lístkům a skládají se ze dvou úzkých zubatých čárkovitých lístků, spojených do jednoho řapíku. Další pár listů může být jednolistý nebo dlanitě složený. Počet lístků na listu se s přibývajícimi listy na stonku zvyšuje až do maximálního počtu deseti či jedenácti lístků. Se změnou na reprodukční cyklus se mění uspořádání listů. Listy už netvoří protilehlé páry, ale rostou spirálovitě nad sebou. Menší listy a samičí květní listy jsou pokryty žláznatými trichomy, které produkují kanabinoidy v pryskyřici (Holland, 2014).

### 3.2.4. Květ

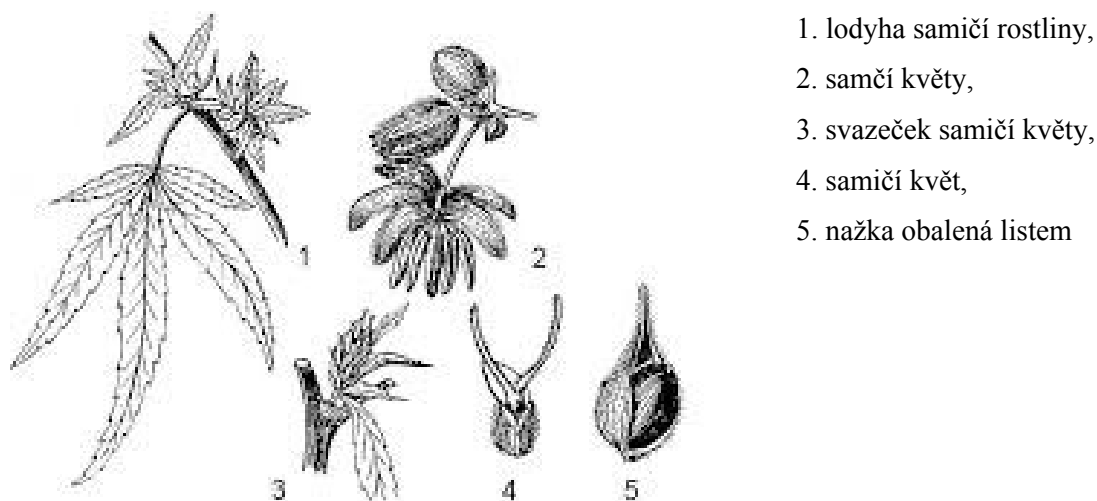
#### **Samičí květy:**

Samičí rostlina (obr. č. 2) bývá nižší, silnější, nakvétá později, je temněji zelená a více olistěná. Rostliny kvetou z úžlabí listů ve svazečcích stopkatých květů se srostlým okvětím. Květy rostou v párech a každý z nich je obklopen tmavě zelenými lístky (Kubánek, 2009)

#### **Samčí květy:**

Samčí květy (obr. č. 2) jsou uloženy v přímém žláznatém květenství, mají méně listů než samičí rostliny a nasazují dlouhé řídké hrozny květů v úžlabních nebo vrcholových latách.

U samčích rostlin je okvětí tvořeno pěti kališními lístky, které jsou nažloutlé, nazelenalé nebo bělavé. Rostliny jsou vyšší a štíhlejší, mají světlejší listy a šedozelený vrchol. Dozrávají o 4 - 6 týdnů dříve. V normálním porostu dvoudomé odrůdy je cca 53 % samčích a 47 % samičích rostlin (Moudrý et al., 2011).



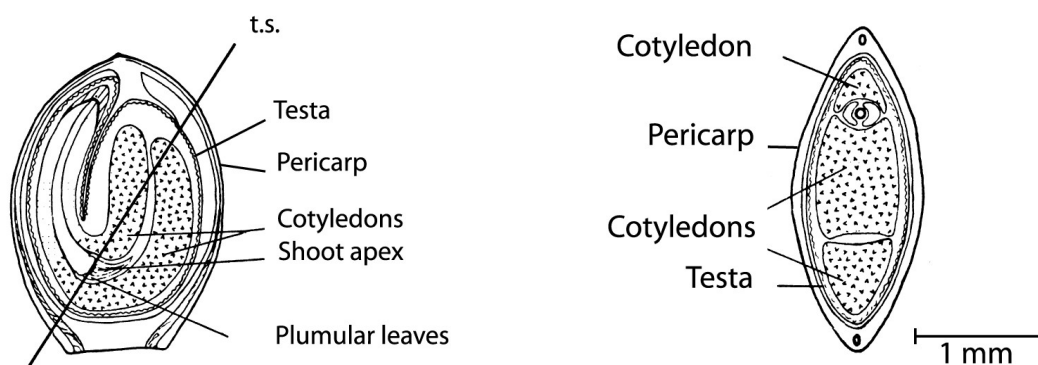
Obrázek č. 2: Morfologie *Cannabis sativa* (Novák, 1961).

### 3.2.5. Plod

Konopí květe v červnu až srpnu a semeno dozrává v září až říjnu (Moudrý et al., 2011). Plodem je vejčitá, jednosemenná nažka. Velikost semene a barvu určuje odrůda a typ konopí. Barva je bělavá, šedozelená, tmavohnědá až černá s jemným mramorováním. (Miovský, 2008). Velikost se pohybuje od 2 do 5 mm, šířka je cca 2 - 4 mm a tloušťka je 2,3 - 2,8 mm.

Konopná semena jsou tvořena pevnou vláknitou slupkou a měkkou olejnatou dužinou (Jarošová, 2015). Dužina je krémové barvy, pod slupkou je potažena tmavě zelenou vrstvou, která obsahuje chlorofyl (Benhaim, 2007). Na obr. č. 3 můžeme vidět podélný a příčný řez semenem konopí.

HTS se pohybuje od 13 - 18 g (Honzík, 2007). Semena brzy ztrácí klíčivost, pokles o 30 - 40 % po třech letech skladování (ANONYM, 2016 - 14).



Testa - ošivení, Pericarp - oplodí, Cotyledons - dělohy, Shoot apex - vegetační vrchol, Plumular leaves - děložní listy

Obrázek č. 3: Podélný a příčný řez semenem konopí (Clarke, 1981).

### 3.3. Historie taxonomie *Cannabis sativa*

V průběhu dějin botaniky byla publikována následující označení jednotlivých druhů nebo variant rodu konopí (Kubánek, 2009):

*Cannabis sativa* (Linné 1737)

*Cannabis lupulus* (Scopoli 1772)

*Cannabis indica* (Lamarck 1783)

*Cannabis foetens* (Gilibert 1792)

*Cannabis erratica* (Sievers ex Pallas 1796)

*Cannabis macrosperma* (Stokes 1812)

*Cannabis generalis* (Krause 1905)

*Cannabis americana* (Houghton et Hamilton 1908)

*Cannabis gigantea* (Crevost 1917)

*Cannabis ruderalis* (Janischewsky 1924)

*Cannabis sativa* L. var. *Spontanea* (Vavilov 1929)

*Cannabis pedemontana* (Camp 1936)

*Cannabis x intersita* (Sojak 1960)

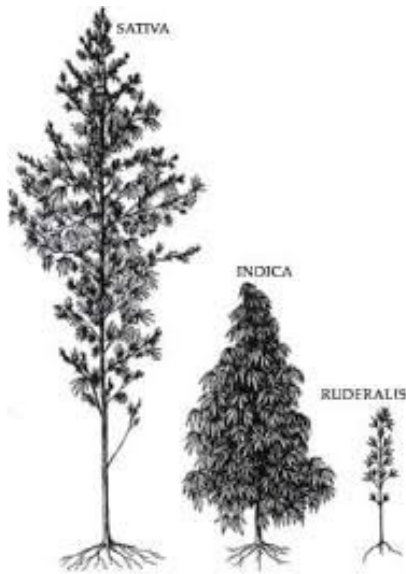
*Cannabis rasta* (Gilmore 2005)

V současné literatuře se uvádějí 3 druhy: *Cannabis sativa* - Linné 1737, *Cannabis indica* - Lamarck 1783, *Cannabis ruderalis* - Janischewsky 1924.

### 3.4. Druhy *Cannabis sativa*

- ❖ **indické** (*Cannabis indica* LAMARCK 1783) obr. č. 4 - rostliny jsou nízké 1,2 - 2,5 metru vysoké. V dobrých podmínkách vytváří keřovitý habitus. Stonek není tolik vláknitý jako u *Cannabis sativa*. Listy jsou zaoblené, velmi husté a obrůstají až 12 - tičetnými listy. Všechny zelené části a květenství obsahují nad 10 % THC (tetrahydrocannabinolu) - zdroj marihuany. Semena jsou na povrchu hladká a tmavá s mramorovaným vzorem. Doba kvetení 50 - 70 dní. Roste v oblastech kolem 30° severní šířky v zemích jako Indie, Afganistán, Libanon, Maroko (Adams, 2012).
  
- ❖ **seté** (*Cannabis sativa* LINNÉ 1737) obr. č. 4 - patří mezi nejrozšířenější druh. Rostliny jsou vysoké od 1,5 - 5,5 m. Mají silný, vláknovitý stonek, který není příliš větvený. Jsou jen velmi málo rozdvojeny a mají řidší listoví. Rostliny mají poměrně velké listy. Listy jsou řapíkaté s vytrvalými palisty. Na bázi stonku jsou listy vstřícně uspořádané a směrem nahoru jsou nejčastěji střídavé. Semena jsou světle šedá až hnědá, hladká bez mramorování. Přirozeně se nachází v zemích jižně od 30° severní šířky. Obsah psychoaktivních působících látek je velmi nízký nebo se vůbec nevyskytují (Miovský, 2008; Adams, 2012).
  
- ❖ **rumištní** (*Cannabis ruderalis* JANISCHEWSKY 1924) obr. č. 4 - rostliny jsou velmi malé 0,3 - 0,6 metrů řídce olistěné. Stonek mají tenký a bez větvení. Listy jsou velmi velké, nejsou skoro vůbec rozdvojeny a listoví není příliš husté. Obsah působících látek v rostlině je průměrný. Semena jsou tmavě mozaikovitá. Tento druh kvete zcela nezávisle na světelné periodě. Konopí rumištní přirozeně roste v zeměpisných pásmech nad 30° severní šířky (Adams, 2012). V České republice byl jeho výskyt zaznamenán hlavně na jižní Moravě (Valíček, 2002).





Obrázek č. 4: Druhy *Cannabis sativa* (Ruman, Klvaňová, 2008).

### 3.4.1. Formy *Cannabis sativa*

- ❖ **severní forma:** *Borealis* - rostliny jsou nízké, v průměru mají okolo 0,6 - 0,8 m. Jsou nejranější, dozrávají za 60 - 70 dní. Stonky jsou tenké a málo větvené. Listy jsou malé. Konopí dává malé výnosy stonků i semen, která jsou drobná. HTS je mezi 12 - 15 g. U nás se nepěstuje.
- ❖ **jižní forma (typ vegetativní):** *Australis* - rostliny jsou 2,5 - 4 m vysoké. Dozrávají za 130 - 180 dní. Dávají velké výnosy jemných a dlouhých vláken, ale nízké výnosy semen.
- ❖ **přechodný typ:** rostliny jsou 1,7 - 2,5 m vysoké. Stonky jsou tenké, kulaté, slabě hranaté až hranaté. Mají prostřední vlastnosti obou předchozích forem. Dozrávají za 90 - 120 dní. Dávají dobrý výnos vláken i semen (Sladký, 2004).

### 3.5. Chemotypy *Cannabis sativa*

V *Cannabis sativa* bylo objeveno 533 látek, z nichž 103 látek jsou tzv. kanabinoidy. Tyto látky jsou přítomny pouze v této rostlině (Mioviský, 2008). Mezi nejvýznamnější kanabinoidy patří THC (tetrahydrocannabinol), CBD (kanabidiol), CBC (kanabichromen) a CBN (kanabinol). THC je hlavní psychoaktivní látkou. CBD je po THC druhý nejdůležitější kanabinoid. CBD je metabolit, který má imunosupresivní a protizánětlivé účinky (PubChem 2015; Stastnik et al., 2015). Chemickým složením jsou si látky CBD a THC blízce příbuzné. CBC je nepsychoaktivní kanabinoid, který má výrazné antibakteriální, protizánětlivé a analgetické účinky. CBN tzv. kanabinol je psychoaktivní látka, která vzniká postupnou degradací THC za přístupu kyslíku (Milfortová, 2010).

Fetterman et al., (1971) dělí konopí podle poměru (THC+CBN)/CBD na:

- „ Drug “ typ - poměr je vyšší než 1, jedná se o rostliny s vysokým obsahem THC a nízkým obsahem CBD
- „ Fibre “ typ - mají nízký obsah THC a vysoký obsah CBD

Na obsahu THC a CBD je založena klasifikace konopí do několika kategorií označovaných jako chemotypy či fenotypy.

Dupal (1996) uvádí dělení poměrného zastoupení kanabinoidů na 5 tzv. chemotypů.

- ❖ první typ: jedná se o rostliny s vysokým obsahem THC a nízkým obsahem CBN. Obvykle pochází z tropických oblastí (od 30 rovnoběžky směrem k rovníku). Jsou to nejžádanější kultivary, co se týče psychotropních účinků.
- ❖ druhý typ: rostliny obsahují vysoké množství CBD a střední až vysoké množství THC. Většinou se jedná o rostliny z Afghánistánu, Pákistánu a kolem 30 rovnoběžky.
- ❖ třetí typ: obsahuje vysoké CBD a nízké THC. Většinou jsou tyto rostliny pěstované na vlákno a semeno.
- ❖ čtvrtý typ: obsahuje střední až vysoké THC i CBD + THCV (tetrahydrocannabivarin) přes 5 % (propylderiváty kanabinoidů). Původně z Jižní Afriky, Nigérie, Afghánistánu, Nepálu, Indie. Rostliny jsou vhodné pro medicínální využití.

- ❖ pátý typ: obsah psychoaktivních kanabinoidů do 0,3 % v sušině, tzv. technické konopí

Small et al., (1975) uvádí pouze čtyři tzv. fenotypové kategorie dle obsahu THC a CBD.

- I. THC > 0,3 % a obsah CBD < 0,5 %
- II. THC > 0,3 % a obsah CBD > 0,5 %
- III. THC > 0,3 %
- (IV.) 0,05 %

### **3.6. Odrůdy konopí**

V současné době je snaha získat a odvodit genotypy konopí se specificky vylepšenými vlastnostmi, rozšiřující možnosti jeho uplatnění. Podobně jako jiné plodiny využívané lidmi bylo i konopí podrobena intenzivnímu šlechtění ve prospěch požadovaných znaků. Užitím postupů tradičního zemědělství s pomocí moderních šlechtitelských metod bylo dosaženo elitních kultivarů konopí setého, cílených na další zpracování v průmyslu dle požadovaných vlastností (Širl, 2011). Značné úsilí v oblasti šlechtění a výběru konopí přineslo řadu nových jednodomých i hybridních odrůd a kultivarů, které jsou mimořádně vhodné pro výrobu léčiv nebo psychoaktivních látek, vláken a oleje (Holland, 2014).

Odrůdy používané na semeno by měly mít kratší vegetační dobu (120 - 150 dnů), vyšší vzrůst, malý obsah THC a snadnou sklizeň. U konopí pěstovaného na semeno se sklizeň provádí v období, kdy jsou semena v dolní polovině květenství plně vyzrálá, popřípadě jsou ve střední třetině květenství ve voskové zralosti a na vrcholku jsou zelená (Meiner, 1998 in Poustková et al., 2010). Těmto podmínkám by se nejvíce blížila odrůda Finola, která maximalizuje výnos semene a je to velmi raná odrůda. V ČR je možné pěstovat mimo registrované odrůdy (Bialobrzeskie a Monoica) i další odrůdy ze společného katalogu EU (Tošovská, Buchtová 2009).

Vonapartis (2015) uvádí, že mezi odrůdy s vysokým výnosem semene patří odrůdy šlechtěné pro produkci oleje CANMA, CFX - 2, CFX - 1, CRS - 1, Finola a z odrůd určených pro dvojí využití na vlákno i semeno zjistil vysoký výnos semen u odrůd Alyssa, Anka, Delores, Jutta a Yvonne.

**Odrůda Finola** je dvoudomá odrůda. Je to velmi raná finská odrůda konopí. Dozrává o 3 týdny až měsíc dříve. Z důvodu extrémní ranosti je určena pro produkci zejména semene, technická délka stonku je velmi krátká. Raně kvetoucí odrůda Finola může být pěstována ve vysokých zeměpisných šířkách a dávat výnosy kolem 1 700 kg/ha (Callaway, 2002).

Pro další šlechtění je důležité zmapování genomu konopí z důvodu vysoké heterogenity různých genotypů, kdy identifikace klíčových lokusů by urychlila průběh šlechtění i výběr odrůd s vyšší nutriční hodnotou (Forapani et al., 2001).

### 3.7. Složení konopného semene

Semeno obsahuje přibližně 31 % oleje, 25 % bílkoviny a 34 % sacharidů (tab. 4). Z 30 - 35 % tvoří hmotnost semene olej, který je složený z 80 % z nenasycených esenciálních mastných kyselin (EMK) linolové a linolenové (Robinson, 1997).

Tabulka č. 4: Chemické složení konopného semene (Callaway, 2004).

|                         | Celé semeno (%) | Loupané semeno (%) |
|-------------------------|-----------------|--------------------|
| Olej                    | 35,5            | 11,1               |
| Bílkoviny               | 24,8            | 33,5               |
| Sacharidy               | 27,6            | 42,6               |
| Vlhkost                 | 6,5             | 5,6                |
| Popeloviny              | 5,6             | 7,2                |
| Energie (kJ / 100g)     | 2 200           | 1 700              |
| Celková dietní vláknina | 27,6            | 42,6               |
| Stravitelná vláknina    | 5,4             | 16,4               |

Z tab. 5 je patrné, že obsah jednotlivých látek obsažených v semenu se mění s odrůdou konopí. Rozmezí obsahu bílkovin kolísá od 238 do 280 g/kg, oleje od 269 do 306 g/kg a popele od 51 do 58 g/kg (Vonapartis et al., 2015).

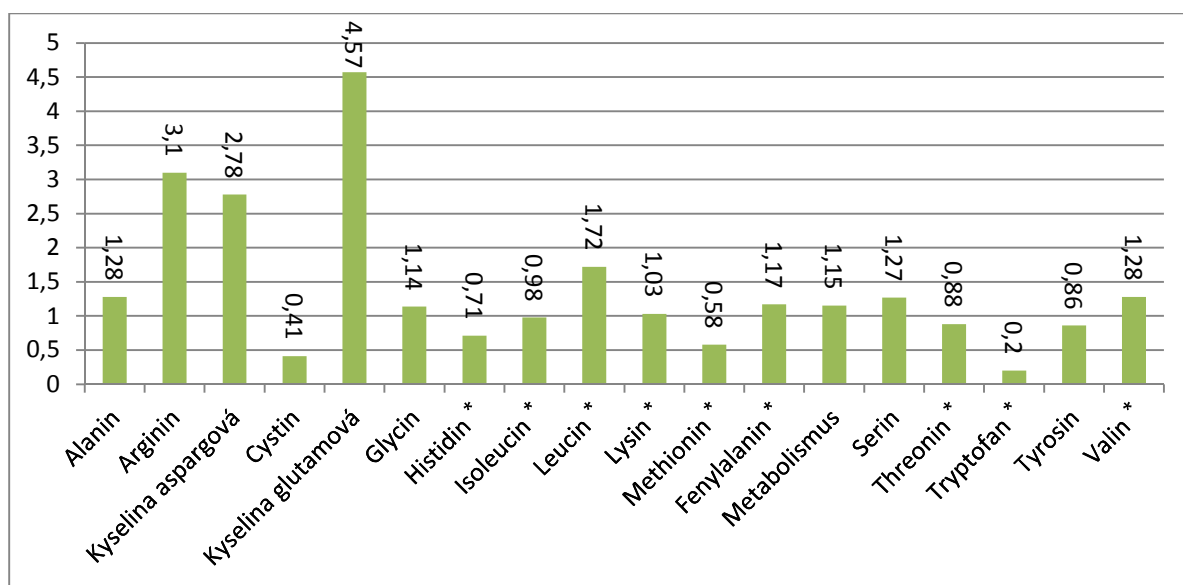
Tabulka č. 5: Chemické složení semene různých odrůd konopí setého v g. kg<sup>-1</sup> (Vonapartis et al., 2015).

| Odrůda  | Hrubá bílkovina | Olej       | Popel     | Neutr. deterg. vlák. | Kys. Deterg. vlák. | Celulóza | Hemicelulóza | Lignin |
|---------|-----------------|------------|-----------|----------------------|--------------------|----------|--------------|--------|
| Alyssa  | 241             | 300        | 56        | 373                  | 292                | 177      | 81           | 116    |
| Anka    | <b>238</b>      | 288        | 57        | 388                  | 295                | 178      | 94           | 117    |
| CanMa   | 264             | 304        | 53        | 350                  | 267                | 162      | 82           | 105    |
| CFX 1   | 263             | 298        | <b>51</b> | 332                  | 259                | 141      | 74           | 118    |
| CFX 2   | 274             | 295        | 55        | 327                  | 264                | 159      | 63           | 105    |
| CRS 1   | 257             | 295        | 52        | 362                  | 272                | 159      | 90           | 114    |
| Delores | 245             | <b>269</b> | 56        | 375                  | 288                | 171      | 87           | 117    |
| Finola  | <b>280</b>      | <b>306</b> | <b>58</b> | 332                  | 263                | 158      | 68           | 105    |
| Jutta   | 246             | 276        | 55        | 381                  | 298                | 181      | 83           | 116    |
| Yvonne  | 248             | 286        | 54        | 352                  | 277                | 167      | 74           | 111    |
|         |                 |            |           |                      |                    |          |              |        |
| Max.    | 280             | 306        | 58        | 388                  | 298                | 181      | 94           | 118    |
| Min.    | 238             | 269        | 51        | 327                  | 259                | 141      | 63           | 105    |

### 3.7.1. Bílkoviny konopného semene

Konopná bílkovina patří mezi nejkompletnější a nejvhodnější rostlinnou bílkovinu s vysokou krmnou hodnotou (House et al., 2010). Nejvyšší obsah bílkovin se nachází v oloupaném semenu. Callaway (2004) uvádí, že z procentického obsahu živin se v oloupaném semenu nachází 33,5 % bílkovin (tab. 4). Odstraněním slupky se tak zlepší stravitelnost a hodnoty bílkovin. Obsah bílkovin ve slupce je 24,8 % (Callaway, 2004). V celém semenu je přibližně 200 - 250 g/kg hrubé bílkoviny (House et al, 2010). Vonapartis (2015) uvádí, že odrůda Finola obsahovala nejvíce hrubé bílkoviny - 280 g/kg a odrůda Anka obsahovala nejmenší množství - 238 g/kg z deseti zkoumaných odrůd. V grafu č. 3 můžeme vidět obsah bílkovin v %. Nejvyšší zastoupení má kyselina glutamová 4,57 % a nejméně zastoupený je tryptofan s hodnotou 0,20 %. Bílkovina z konopí má podobnou nebo lepší stravitelnost než některé obiloviny, ořechy a luskoviny (Půlpytlová, 2011). Přímé srovnání aminokyselin ukázalo, že konopná bílkovina je srovnatelná s těmi z vaječného bílku a sójových bobů (Khan

et al., 2009). Konopná bílkovina je složena ze všech 20 aminokyselin včetně 8 esenciálních. Ze dvou třetin je tato bílkovina tvořena globulárním edestinem. Tato bílkovina zodpovídá za funkční imunitu a je nezbytná pro správný růst dětí. Je to vysoce kvalitní, kompletní a lehce stravitelná forma bílkoviny. Třetina bílkovinného obsahu je tvořena albuminem, který podporuje správnou funkci ledvin a jater. Procento stravitelnosti a PDCAAS (aminokyselinové skóre vztažené na stravitelnost proteinů) hodnot byly 84, 1 - 86, 2 a 49 - 53 % pro celé konopné semeno, 90, 8 - 97, 5 a 46 - 51 % pro mouku z konopných semen, a 83, 5 - 92, 1 a 63 - 66 % u loupáných konopných semen (House, 2010).



Graf č. 3: Obsah aminokyselin v konopné bílkovině v % (Callaway, 2004).

### 3.7.2. Tuky

Tuk z konopí patří mezi nejkvalitnější přírodní oleje. Olej je charakteristický vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin, které jsou nezbytné pro správné fungování organismu. Z tab. 6 je patrné, že konopné semeno obsahuje 50 - 70 % kyseliny linolové (18 : 2 omega - 6), 15 - 25 % kyseliny  $\alpha$  - linolenové (18 : 3 omega - 3) a 1 - 4 % vzácné kyseliny  $\gamma$  - linolenové (18 : 3 omega - 6).

Tabulka č. 6: Srovnání obsahu mastných kyselin v rostlinných olejích (Pless - Leson, 1998; Callaway, 2004).

| semeno      | obsah EMK (%) | LK<br>(%) | LNK<br>(%) | GLA<br>(%) | olejová<br>kyselina<br>(%) | stearová kyselina<br>(%) |
|-------------|---------------|-----------|------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| konopí      | 80            | 50 - 70   | 15 - 25    | 1 - 4      | 10 - 16                    | 2 - 3                    |
| len         | 72            | 14        | 58         | 0          | 19                         | 4                        |
| slunečnice  | 65            | 65        |            | 0          | 4                          | 5                        |
| sója        | 63            | 55        | 8          | 0          | 23                         | 4                        |
| černý rybíz | 81            | 48        | 13         | 17         | 11                         | 1                        |
| oliva       | 8             | 8         |            | 0          | 76                         | 16                       |

LK - kyselina linolová, LNK - kyselina  $\alpha$  - linolenová, GLA - kyselina  $\gamma$  - linolenová

Porovnání obsahu mastných kyselin v konopném oleji je uvedeno v tab. 7 (Callaway, 2004; Mölleken a Theimer, 1997). Poměr těchto kyselin je pro lidskou výživu velmi důležitý. Kyselinu linolovou přijímáme v dostatečném množství, ale kyseliny linolenové se nám často nedostává. V konopném oleji je poměr těchto kyselin 3 : 1 viz tab. 8. Tento poměr nám zajišťuje správnou funkci metabolismu (Callaway et al., 1996).

Tabulka č. 7: Obsah mastných kyselin v konopném oleji v %, (Callaway, 2004; Mölleken a Theimer, 1997).

|                                | konopný olej (Callaway, 2004) | konopný olej ( Mölleken a Theimer, 1997) |
|--------------------------------|-------------------------------|--|
| kyselina palmitová             | 5                             | 6,38                                     |
| kyselina stearová              | 2                             | 2,55                                     |
| kyselina olejová               | 9                             | 14,58                                    |
| kyselina linolová              | 56                            | 54,79                                    |
| kyselina $\alpha$ - linolenová | 22                            | 15,87                                    |
| kyselina $\gamma$ - linolenová | 4                             | 3,12                                     |

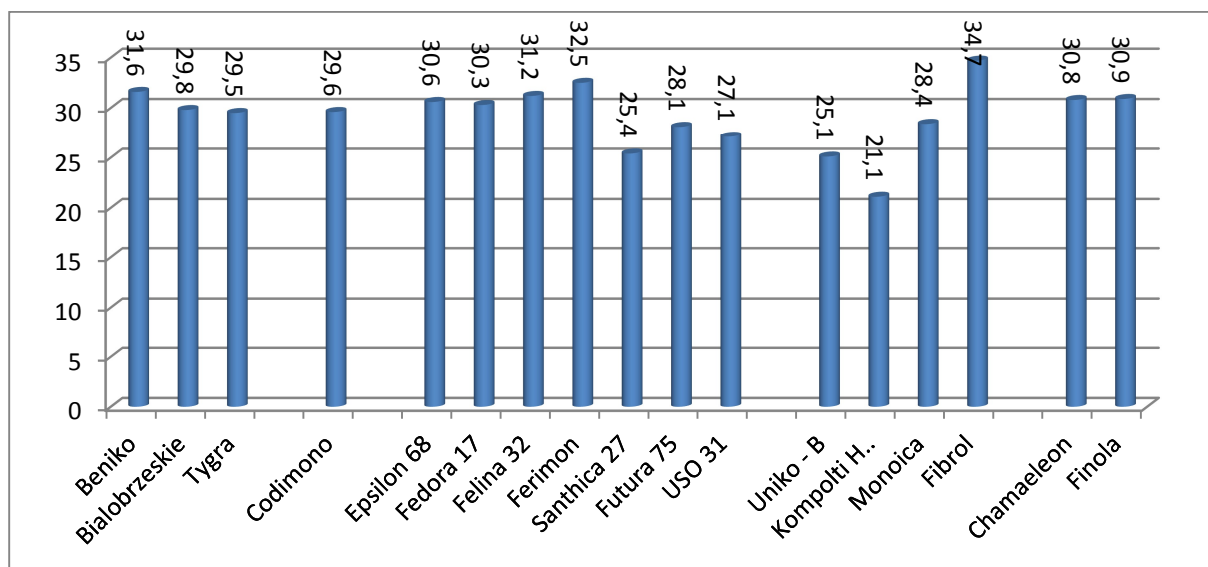
Obsah mastných kyselin v rostlinných olejích se liší podle pěstované plodiny (tab. 8). Na rozdíl od lněného a dalších olejů může být konopný olej užíván neustále, aniž by se u člověka objevil buď nedostatek, nebo nevyrovnanost esenciálních mastných kyselin. Navíc je obsah peroxidu (OP) - stupeň žluklosti - konopného oleje 0,1 - 0,5, což je velice nízká a bezpečná hodnota, která neohrožuje jeho chuť. Pro srovnání OP za studena lisovaného olivového oleje je asi 20, a OP kukuřičného oleje je asi 40 - 60 (Robinson, 1997). Díky vysokému obsahu polyenových mastných kyselin se řadí konopný olej k olejům s nižší oxidační stabilitou. Při testování oxidační stability bylo zjištěno, že olej lisovaný má téměř 4 x vyšší hodnotu oxidační stability. Proto se u oleje získaného lisováním za studena (a u výrobků z něj vyrobených) se mohou senzorické vady způsobené žluknutím vyskytnout později, neboť má nižší hodnoty hydroperoxidů, které se následně přeměňují na sekundární produkty způsobující žluknutí. Použitá metoda extrakce oleje z konopného semene má relativně malý vliv na jeho výslednou kvalitu (Poustková et al., 2010). Esenciální mastné kyseliny konopí snižují záněty a možnost srdeční příhody, používají se při léčbě rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění, na suchou kůži, akné a menstruačními problémy (ANONYM, 2016 - 31).



Tabulka č. 8: Porovnání poměru LK: LNK v rostlinných olejích (Benhaim, 2007).

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| konopný olej             | 3 : 1  |
| slunečnicový olej        | 71 : 1 |
| lněný olej               | 1 : 4  |
| sójový olej              | 8 : 1  |
| olivový olej             | 9 : 1  |
| kanolový olej            | 2 : 1  |
| olej z pšeničných klíčků | 10 : 1 |

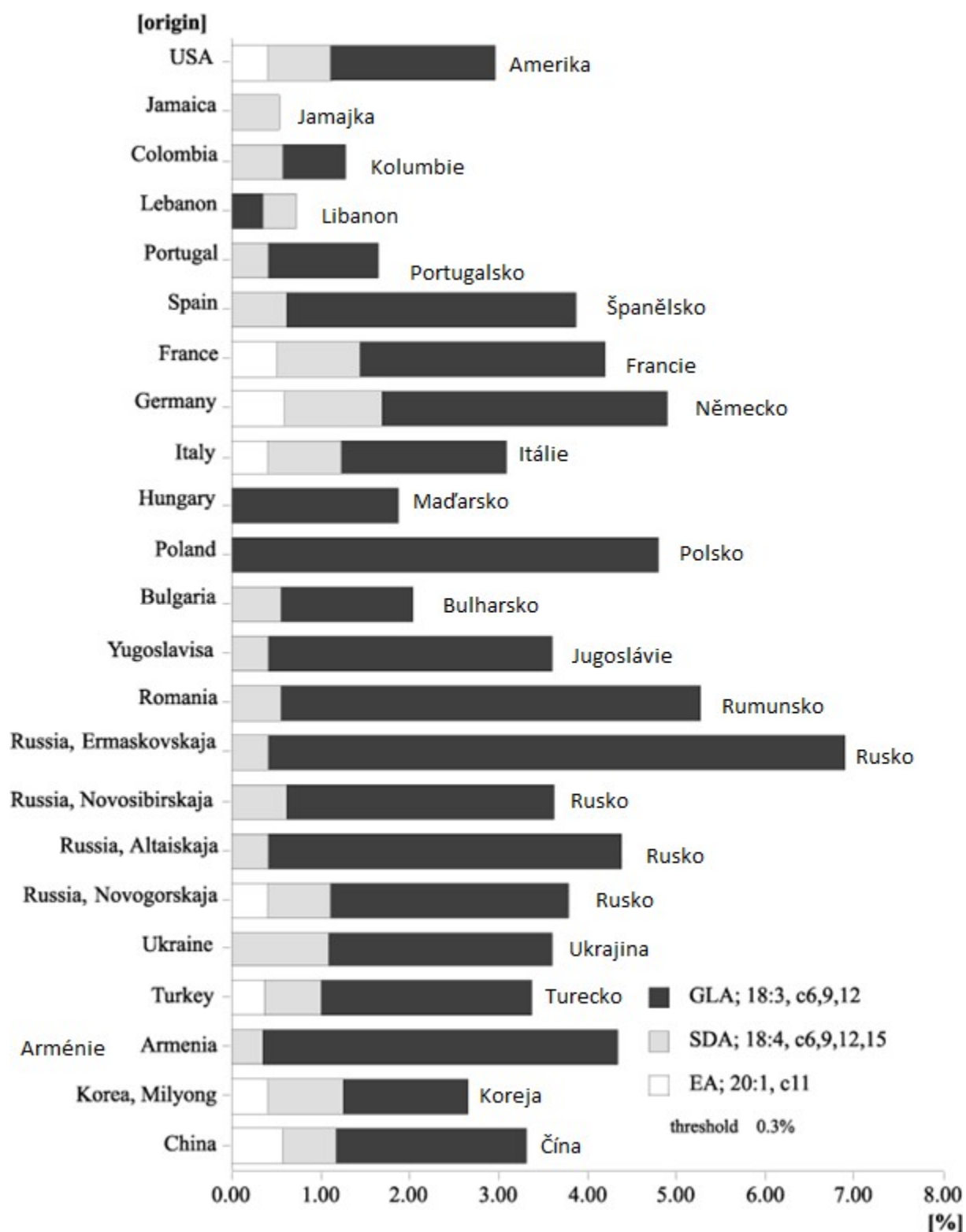
Obsah oleje je významně ovlivněn odrůdou, jak je patrné z grafu č. 4. Největší zastoupení tuku měla odrůda Fibrol s 34,7 % a nejnižší zastoupení měla Kompolti s 21,1 %.



Graf č. 4: Obsah tuku v semenech (%) u odrůd konopí setého v letech 2009 - 2013 (Bjelková, 2016).

Významný vliv na obsah i složení oleje v semenech konopí má lokalita (země, region) pěstování jak můžeme vidět na obrázku č. 5. S výjimkou jedné odrůdy, Jamaica, obsahovaly všechny odrůdy různé množství  $\gamma$  - linolenové kyseliny (GLA, 18 : 3, cis - 6, 9, 12), o který má zájem farmaceutický průmysl (Erasmus, 1995). Je zarážející, že odrůdy ze zemí/regionů s mírným nebo teplým klimatem obsahují jen malé množství této kyseliny. Na rozdíl od toho u odrůd z oblastí, které jsou mírné, studené i v létě mají velké množství (Mölleken a Theimer, 1997). Nejvyšší podíl GLA, 6,8 %, byl nalezen v Ermaskovskaja (oblasti v severním Rusku). Odrůdy konopí se odtud zdají být dobrým zdrojem GLA s

obsahem oleje podobným tomu z pupalky dvouleté (*Oenothera*), který má 3 - 15 % GLA (Deferne a Pate, 1996). Kyselina stearidonová (SDA; 18 : 4, cis - 6, 9, 12, 15) nebyla nalezena v takových vysokých procentech jako GLA. U odrůd *Cannabis* to dělá až 2,5 %. Pouze několik kultivarů z Maďarska a Polska ukazuje méně než 0,3 %. Nenasycené mastné kyseliny spolu s některými dalšími kyselinami činí konopný olej důležitý pro výživu (Callaway et al., 1996). V konopném oleji se nachází u některých odrůd pouze 2,5 % SDA (Mölleken a Theimer, 1997).



GLA - kyselina  $\gamma$  - linolenová; SDA - kyselina stearidonová; EA - kyselina ethakrynová

Obrázek č. 5: Obsah mastných kyselin v semenech konopí vypěstovaných v různých zemích (Mölleken a Theimer, 1997).

Tabulka č. 9: Obsah mastných kyselín v semenách (%) u odrúď konopí setého (Bjelková, 2016; Callaway et al., 1996; Vonapartis et al., 2015).

| Odrúďa        | k. palmitová | k. stearová | k. olejová   | k. linolová  | k. $\gamma$ - linolenová | k. $\beta$ - linolenová | k. arachová | k. oktadeka - tetraenová |
|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------|--------------------------|
| Beniko        | 7,40         | 2,20        | 11,40        | 57,30        | 2,40                     | 17,80                   | 0,90        | 0,80                     |
| Bialobrzeskie | 7,10         | 2,00        | 10,30        | 56,30        | 3,70                     | 18,80                   | 1,20        | 0,70                     |
| Tygra         | 7,20         | 2,40        | 12,20        | 56,60        | 2,50                     | 17,90                   | 0,80        | 0,60                     |
| Codomino      | 7,40         | 2,20        | 10,80        | 55,40        | 1,70                     | 21,30                   | 0,70        | 0,50                     |
| Epsilon 68    | 7,60         | 2,00        | 9,90         | 57,10        | 2,60                     | 19,50                   | 1,00        | 0,40                     |
| Fedora 17     | 7,00         | 2,20        | 11,60        | 56,00        | 3,40                     | 18,20                   | 1,20        | 0,50                     |
| Felina 32     | 6,80         | 2,00        | 10,90        | 57,50        | 2,80                     | 18,70                   | 1,10        | 0,50                     |
| Ferimon       | 7,00         | 2,00        | 10,60        | 57,00        | 3,80                     | 17,90                   | 1,20        | 0,80                     |
| Futura 75     | 7,70         | 2,10        | 11,40        | 55,00        | 2,10                     | 20,30                   | 1,00        | 0,50                     |
| Santhica 27   | 7,60         | <b>1,90</b> | <b>9,30</b>  | 56,70        | 3,30                     | 19,60                   | 1,30        | 0,50                     |
| USO 31        | 7,20         | 2,40        | 11,20        | 55,40        | 3,00                     | 19,20                   | 1,20        | 0,60                     |
| Kompolti HTC  | 7,60         | 2,50        | 12,80        | 54,60        | 1,90                     | 19,50                   | 0,60        | 0,70                     |
| Monoica       | 7,00         | 2,60        | 12,90        | 56,50        | 1,90                     | 17,90                   | 0,70        | 0,60                     |
| Fibrol        | 7,60         | 2,40        | 12,80        | 57,10        | 1,50                     | 17,60                   | 0,50        | 0,70                     |
| Uniko - B     | <b>8,00</b>  | 2,10        | 12,80        | 55,30        | 1,70                     | 18,80                   | 0,70        | 0,80                     |
| PIN - 314     | <b>6,02</b>  | 2,35        | 8,60         | <b>54,32</b> | <b>3,92</b>              |                         |             |                          |
| Futura - 77   | 6,72         | 2,89        | 11,42        | <b>59,35</b> | 2,07                     |                         |             |                          |
| Kompolti      | 7,00         | <b>3,22</b> | <b>15,15</b> | 56,24        | <b>0,94</b>              |                         |             |                          |
| Alyssa        | 6,73         | 2,75        | 12,63        | 56,02        | 3,13                     |                         | 0,78        |                          |
| Anka          | 6,74         | 2,82        | 12,74        | 55,79        | 2,56                     |                         | 0,76        |                          |
| CanMa         | 6,98         | 2,34        | 11,11        | 56,18        | 3,25                     |                         | 0,77        |                          |
| CFX 1         | 6,87         | 2,30        | 11,17        | 56,58        | 3,67                     |                         | 0,73        |                          |
| CFX 2         | 6,71         | 2,20        | 10,76        | 56,14        | 3,63                     |                         | 0,72        |                          |
| CRS 1         | 6,85         | 2,33        | 11,52        | 56,37        | 2,69                     |                         | 0,64        |                          |
| Delores       | 6,73         | 2,69        | 12,81        | 56,22        | 2,91                     |                         | 0,76        |                          |
| Finola        | 6,94         | 2,08        | 9,38         | 56,16        | 4,49                     |                         | 0,76        |                          |
| Jutta         | 6,75         | 2,73        | 13,00        | 55,56        | 2,85                     |                         | 0,76        |                          |
| Yvonne        | 6,66         | 2,70        | 12,43        | 55,7         | 2,79                     |                         | 0,78        |                          |

Z tab. 9 vyplývá, že obsah kyseliny palmitové byl v rozmezí 6,02 - 8,00 % (PIN - 314; Uniko - B), kyseliny stearové 1,90 - 3,22 % (Santhica 27; Kompolti), kyseliny olejové 9,30 - 15,15 % (Santhica 27; Kompolti), kyseliny linolové 54,32 - 59,35 % (PIN - 314; Futura - 77), kyseliny  $\gamma$  - linolenové 0,94 - 3,92 % (Kompolti; PIN - 314).

Odrůda Finola pěstovaná v jižním Que'becu obsahovala největší množství oleje v semeni (306 g/kg), zatímco nejnižší obsah oleje byl pozorován u víceúčelového kultivaru Delores (269 g/kg). Odrůda Jutta obsahovala nejvíce kyseliny olejové - 13,0 % viz tab. 9, výrazné rozdíly byly nalezeny v kyselině  $\alpha$  - linolenové s největší koncentrací měřenou v odrůdě Finola - 17,27 % a nejnižší koncentrací v Delores - 14,69 % (Vonapartis et al., 2015).

V terénní studii na ekologické farmě byl zkoumán obsah mastných kyselin na 20 odrůdách konopí ve třech různých termínech sklizně. Odrůdy Ferimon - 12, Fedora - 19 a Bialobreszie produkovaly vysoké výnosy semen ve všech třech termínech sklizně. Výnosy se však nijak výrazně nelišily od velké skupiny jiných odrůd. Obsah kyseliny palmitové byl v rozsahu 3,1 - 4,1 %, kyselina stearová 0,1 - 1,9 %, kyselina olejová 3,7 - 9,2 %, kyselina linolová 44,8 - 60,2 %,  $\alpha$  - linolenová kyselina 18,2 - 27,4 %, a  $\gamma$  - linolenová kyselina 1,6 - 4,7 %. Genotyp nemá žádný významný vliv na obsah mastných kyselin. Všechny 20 testovaných odrůdy vykazují vysoké množství mastných kyselin v závislosti na termínu sklizně, takže odrůda může být těžko upřednostňována (Vogl, 2004).

### **3.7.3. Sacharidy (cukry a vláknina)**

Sacharidy se v konopném semenu vyskytují hlavně ve formě vlákniny. Obsah sacharidů je cca 52,67 %, z toho jednoduché cukry tvoří pouze kolem 2,47 % (Conrad, 2001).

#### **Vláknina**

Vláknina významně zvyšuje výživovou hodnotu konopných semen. Z tabulky č. 10 vyplývá, že průměrná koncentrace neutrální detergentní vlákniny v konopí pěstovaném v jižním Que'becu byla 357 g/kg (celulóza, hemicelulóza a lignin), zatímco obsah kyselá detergentní vlákniny byl 278 g/kg (celulózy a ligninu). Největší koncentrace neutrální detergentní vlákniny byla stanovena u odrůdy Anka - 388 g/kg a nejnižší pro odrůdu CFX2 -

327 g/kg. Podle House et al. (2010) obsahují celá semena konopí 320 g/kg neutrální detergentní vlákniny, která ovlivňuje stravitelnost bílkovin. V této studii byla koncentrace kyselé detergentní vlákniny nejvyšší u odrůdy Jutta - 298 g/kg a nejnižší u CFX1 - 259 g/kg (Vonapartis et al., 2015).

Tabulka č. 10: Obsah vlákniny v závislosti na odrůdě v g/kg sušiny (Vonapartis et al., 2015).

| Kultivar | Neutr. detergent. vlák. | Kys. Deterg. vlák. | Celulóza   | Hemicelulóza | Lignin     |
|----------|-------------------------|--------------------|------------|--------------|------------|
| Alyssa   | 373                     | 292                | 177        | 81           | 116        |
| Anka     | <b>388</b>              | 295                | 178        | <b>94</b>    | 117        |
| CanMa    | 350                     | 267                | 162        | 82           | 105        |
| CFX 1    | 332                     | <b>259</b>         | <b>141</b> | 74           | <b>118</b> |
| CFX 2    | <b>327</b>              | 264                | 159        | <b>63</b>    | 105        |
| CRS 1    | 362                     | 272                | 159        | 90           | 114        |
| Delores  | 375                     | 288                | 171        | 87           | 117        |
| Finola   | 332                     | 263                | 158        | 68           | <b>105</b> |
| Jutta    | 381                     | <b>298</b>         | <b>181</b> | 83           | 116        |
| Yvonne   | 352                     | 277                | 167        | 74           | 111        |
|          |                         |                    |            |              |            |
| Max.     | 388                     | 298                | 181        | 94           | 118        |
| Min.     | 327                     | 259                | 141        | 63           | 105        |

### 3.7.4. Vitamíny

V konopném semenu se vyskytuje celá řada velmi důležitých vitamínů (tab. 11). Významně jsou zastoupeny vitaminy A, B1, B2, B3, B6, C, D a E. Callaway (2004) stanovil u odrůdy Finola obsah vitamínu E - 90, B1 - 0,4 a B2 - 0,1 mg/100 g.

Tabulka č. 11: Obsah vitamínů v konopných semenech (ANONYM, 2016 - 5).

|                         | 100 g konopných semen (neloupaných) |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Vitamin A               | 16,8 IE/ lb                         |
| Vitamin B1 (Thiamin)    | 0,9 mg                              |
| Vitamin B2 (Riboflavin) | 1,1 mg                              |
| Niacin (Nicotinamid)    | 2,5 mg                              |
| Vitamin B6              | 0,3 mg                              |
| Vitamin C               | 1,4 mg                              |
| Vitamin D               | < 10 IE                             |
| Vitamin E               | 3 mg                                |

**Vitamin A** není přítomný v rostlinách, proto ho býložravci musí získávat z rostlin ve formě provitaminů. Provitamíny A patří do skupiny rostlinných pigmentů známých jako karoteny. Přeměna karotenů na vitamin A se uskutečňuje především v tenkém střevě. Hlavní zásobárnou vitamínu A jsou játra, kde se kumuluje až 90 % tělních zásob. Vitamin A je nezbytný pro správnou funkci epitelů, při nedostatku se proto projevuje zvýšené riziko infekcí zejména urogenitálního traktu, objevuje se například vyšší incidence zadržetí lůžka a metritid a snižuje se plodnost. Vitamin A je také důležitý pro vidění a jeho nedostatek se projevuje šeroslepostí, kdy můžeme pozorovat zhoršenou orientaci zvířat a narážení do překážek. Také se objevují oční infekce a zvýšená produkce slz. Vitamin A se také podílí na správném vývoji kostí a při jeho deficitu jsou kosti silnější, ale méně pevné. Doplnění vitamínu A je potřebné zejména při zkrmování nekvalitních krmiv a při nedostatku zeleného krmení. K dispozici jsou preparáty jak se samotným vitamínem A, tak s karoteny. Je třeba si uvědomit, že nadbytek vitamínu A působí toxicky na membrány organel a erythrocyty. U skotu je popsána tzv. hyení nemoc, kdy při předávkování vitamínu A dojde k poruše růstu dlouhých kostí (zejména stehenní a holenní kost) a tělo pak připomíná hyenu. Terapie se neprovádí, nicméně zvířata mohou být dochována do dostatečné jateční hmotnosti. Je potřeba dávat pozor na dávkování, pokud se telatům podávají mléčné náhražky, které jsou obohaceny o vitamin A (ANONYM, 2016 - 21).

**Vitamin D** je steroidní prohormon, vzniká z dehydrocholesterolu působením ultrafialového záření. Dále se metabolizuje v ledvinách na calcidiol, který se v játrech přeměňuje na calcitriol, což je hormon ovlivňující metabolismus vápníku a fosforu.

Nedostatek tohoto vitamínu má za následek poruchy růstu a vývoje kostí. U mladých zvířat se projevuje jako rachitida (křivice) a u starších dochází k rozvoji osteomalacie a osteoporózy. U dojnic může nedostatek vitamínu D způsobit nižší využitelnost vápníku, což může v důsledku vést k poporodní paréze nebo hypokalcemickému ulehnutí. Při prevenci je potřeba dbát na vystavení zvířat slunečnímu záření, které zabezpečuje dostatečnou syntézu vitamínu D. Ve vysokých dávkách je vitamín D také toxický, kdy dochází k tzv. kalcinóze, tj. zvýšené ukládání vápenatých solí v orgánech a cévách. Ke kalcinóze může dojít také při zkrmování kalcinogenních rostlin. Takto postižená zvířata často leží, později jsou vyhublá a zůstávají stát v nahrbeném postoji. Mohou se také objevovat dechové potíže. Takto klinicky projevená kalcinóza mívá nepříznivou prognózu (ANONYM, 2016 - 21).

**Vitamín E** je významný především svým antioxidačním působením, kdy působí jako první obraná linie buněčných membrán před lipoperoxidací. Je dokonce možné vitamín E používat k cílené imunostimulaci, například podávání vitamínu E kravám v období okolo porodu předchází narušení funkce neutrofilů a makrofágů v časném poporodním období. Příjem vitamínu E je vázán na vstřebávání tuků. Telata se rodí s velmi nízkou koncentrací vitamínu E, jelikož přes placentu skotu v podstatě nepřestupuje a mládě je závislé na exogenním příjmu, přičemž hlavními zdroji jsou kolostrum a mléko s dostatečným množstvím tuku. Nedostatek vitamínu E (a selenu) vyvolá poruchy imunity, nutriční myopatie (především nutriční svalová myopatie), mastitidy, kardiovaskulární onemocnění a poruchy reprodukce, zejména zvýšenou incidenci zadržetí placenty. Základním zdrojem vitamínu E jsou rostlinná krmiva, ovšem obsah vitamínu je velmi variabilní. Z koncentrovaných krmiv jsou významným zdrojem pouze olejnin. Jedná se o jeden z nejméně toxických vitamínů (ANONYM, 2016 - 21).

### **3.7.5. Minerální látky**

Minerální látky se podílejí na výstavbě tělesných tkání, regulují, aktivují a kontrolují metabolické pochody a jsou důležité i pro vedení nervových vzruchů (Benhaim, 2007). V konopném semenu se nejvíce nachází fosfor, draslík, sodík, zinek, mangan, selen, hořčík a vápník. V tabulce č. 13 jsou uvedeny hodnoty obsahu jednotlivých minerálních látek u odrůdy Finola.



Tabulka č. 13: Obsah minerálních látek v mg/100 g semen v odrůdě Finola (Callaway, 2004).

| Odrůda - Finola | mg/100 g |
|-----------------|----------|
| Fosfor (P)      | 1160     |
| Draslík (K)     | 859      |
| Hořčík (Mg)     | 483      |
| Vápník (Ca)     | 145      |
| Železo (Fe)     | 14       |
| Sodík (Na)      | 12       |
| Mangan (Mn)     | 7        |
| Zinek (Zn)      | 7        |
| Měď (Cu)        | 2        |

**Fosfor** má funkci stavební, v energetickém metabolismu, aktivační, regulační a katalytickou. Nedostatek fosforu v krmivu se projevuje zpomaleným a nevyrovnaným růstem mladých zvířat, špatnou tvorbou a vývinem kostry a vznikem křivice (rachitida). Nadbytek fosforu v krmivu nepříznivě ovlivňuje využitelnost a ukládání vápníku v organismu, u drůbeže se zhoršuje kvalita skořápky (ANONYM, 2016 - 18). Nedostatek fosforu způsobuje u koní nechut' přijímat potravu, hubnutí a neplodnost (ANONYM, 2016 - 20).

**Draslík** je běžně a v dostatečném množství přítomen v krmivech rostlinného a živočišného původu, proto k jeho nedostatku u dospělých zvířat většinou nedochází. V organismu se vyskytuje spíše v buňkách než v tělních tekutinách. V nejvyšších koncentracích se nachází ve svalech, erythrocytech, mozku a játrech. Jeho nedostatek v organismu se projevuje celkovou ochablostí svalstva. Jeho nedostatek v organismu u drůbeže charakterizovanou slabostí křídel a končetin, zpomalením činnosti střev, srdce a respiračních svalů. V kritických případech se mohou vyskytovat tetanické křeče a úhyn. Deficience draslíku v krmivu kuřat se projevují zpomalením růstu, kanibalismem a zvýšenou mortalitou, u nosnic poklesem snášky a zhoršenou kvalitou vaječné skořápky (ANONYM 2016 - 18). Nedostatek draslíku u koní není příliš obvyklý, může se vyskytnout při intenzivním pocení při déletrvajícím fyzické zátěži. Případný nedostatek se projevuje svalovou slabostí, akumulací tekutin, poruchou nervového systému a ledvin. Denní doporučená dávka (pro koně 500 kg) je 25 - 46 g denně (ANONYM, 2016 - 20).

**Sodík** je hlavní extracelulární kation. Vyskytuje se v krvi a v tělních tekutinách ve formě soli (NaCl) nebo jako uhličitan a fosfát. Sodík je nezbytný k udržení nervosvalové dráždivosti, permeability buněk a k regulaci koncentrace vodíkových iontů v krvi. Váže na sebe velké množství vody. Nedostatek sodíku se u kuřat projevuje nejen zpomalením růstu, ale také oštipováním peří, měknutím kostí, keratinizací rohovky, zhoršenou činností gonád, hypertrofií nadlehin, zhoršenou utilizací krmiva a snížení objemu tekutin v krvi i těle. Srdeční výkon a průměrný arteriální tlak klesají, hodnoty hematokritu se zvyšují, elasticita podkožní tkáně se zhoršuje. Nedojde-li k nápravě, dochází k šoku a následnému úhynu. Krmné směsi s nedostatkem soli způsobují u slepic ztrátu tělesné hmotnosti, pokles snášky, snížení velikosti vajec a někdy i kanibalismus (ANONYM, 2016 - 18). Nedostatek sodíku v organismu koně se projevuje zhoršenou chutí k přijímání potravy, sníženou výkonností, svalovou slabostí a zvýšeným pocením. Srst koní s nedostatkem sodíku je zježená a bez lesku, koně mají tendenci olizovat žlaby či ostatní zvířata. Nadbytek soli je naopak vysoce toxický a může vést až ke smrti zvířete. Denní doporučená dávka (pro koně 500 kg) je 10 - 41 g. Potřebné množství závisí na pracovním zatížení a na ztrátách sodíku potem (ANONYM, 2016 - 20).

**Zinek** je nepostradatelný pro všechny živočichy. Je součástí některých enzymů, u jiných je nezbytný pro jejich aktivaci. Byl popsán úzký vztah mezi vitamínem E a zinkem. Nedostatek zinku se u kura domácího projevuje retardací růstu, špatným opeřením, oboustranným zduřením hlezenních kloubů, zkrácením a zesílením dlouhých kostí, šupinatěním kůže běháků, dermatitidou, zvýšenou hodnotou hematokritu, neohrabanou chůzí. Nadměrný příjem zinku vyvolává u slepic pelichání a rychlý pokles snášky, u kuřat zhrubnutí výstelky svalnatého žaludku a degeneraci pankreatu. U káčat se nedostatek zinku projevuje hyperkeratózou kůže v oblasti plovacích blan mezi prsty, na sliznici jazyka a jícnu. Krůťata jsou mnohem citlivější na deficienci zinku než kuřata. Násadová vejce pocházející z rozmnožovacích chovů s nedostatkem zinku, ale nadbytkem Ca a P a kyseliny listové, v krmných směsích, vykazují vysokou mortalitu embryí způsobenou malformacemi a vznikem zrůd (ANONYM, 2016 - 18). Nedostatek zinku v krmné dávce koní způsobuje především poruchy kůže, srsti a kopytní rohoviny. Snižuje se výkonnost, zvíře je náchylné k infekcím, dochází k pomalému hojení ran, mohou se objevovat poruchy plodnosti. Vstřebatelnost zinku snižuje nadbytek vápníku. Nežádoucí je v krmné dávce však i přebytek zinku a to především z důvodu snížení vstřebatelnosti mědi. Z tohoto důvodu dochází při nadměrném příjmu ke zvýšenému výskytu osteochondróz. Poměr mědi a zinku v krmné dávce by neměl být vyšší

než 1 : 4. Denní doporučená dávka (pro koně 500 kg) je 400 - 500 mg denně, přičemž 500 mg denně je doporučováno pro kojící klisny (ANONYM, 2016 - 20).

### **Mangan**

Nedostatek manganu v krmné dávce u mladých kuřat, krůťat a bažantů způsobuje vznik perózy. Je potřebný pro růst, tvorbu kostí, vaječnou produkci, líhnivost a kvalitu vaječné skořápky (ANONYM, 2016 - 18). Nadbytek manganu je pro koně škodlivý, může snižovat využití železa z krmné dávky a způsobit tak anémii. Denní doporučená dávka (pro koně 500 kg) je 400 - 500 mg denně. Vyšší potřebu manganu mají zejména kojící klisny (ANONYM, 2016 - 20).

**Selen** je součástí enzymu glutathion peroxidázy, který chrání buňky a tkáně před oxidací a spolupodílí se na konverzi tyroxinu v jeho aktivní formě. Nedostatek selenu u kuřat zpomaluje růst i opeření, zhoršuje trávení tuků, vyvolává atrofii až fibrózu (zmnožení vaziva) pankreatu a podporuje vznik exsudativní diatézi. U krůťat nedostatek selenu způsobuje poškození svalnatého žaludku (ANONYM, 2016 - 18). Denní doporučená dávka (pro koně 500 kg) je 1 - 1,25 mg denně. Vyšší nároky mají březí a kojící klisny a intenzivně sportovně zatěžovaní koně. V případě svalových onemocnění jsou nároky na příjem selenu vyšší a doporučená denní dávka selenu může být v těchto případech až 3 - 4 mg denně (ANONYM, 2016 - 20).

**Hořčík** je nezbytný pro vývin kostry, metabolismus vápníku, fosforu a cukrů a pro aktivaci mnoha enzymů, zejména fosfatáz. Dvě třetiny veškerého hořčíku v těle jsou uloženy v kostech. Dále se nachází v játrech, ledvinách a svalstvu. Potřeba hořčíku u kuřat se odhaduje na 400 mg/kg, u nosnic na 500 mg/kg krmiva. Krmné směsi pro drůbež zpravidla obsahují dostatek hořčíku (asi 2 - 3 g/kg). Nedostatek hořčíku u kuřat i krůťat zpomaluje, až zastavuje růst. U nosnic se deficit hořčíku projevuje snížením snášky během 10 - 14 dnů a poklesem líhnivosti násadových vajec. Případný nadbytek hořčíku se u kuřat projevuje zpomalením růstu a demineralizací kostí, u nosnic průjmem a produkcí menších vajec se slabší skořápkou (ANONYM, 2016 - 18).

**Vápník** je nezbytný pro růst a vývoj buněk, pro přenos signálu mezi buňkami, pro svalové kontrakce, pro srážení krve. U nosnic nedostatek vápníku snižuje snášku a zhoršuje kvalitu vaječné skořápky. Úbytek vápníku v kostech (osteomalacie) se projevuje jejich zvýšenou lomivostí, zejména páteře, kosti holenní a stehenní. Tento stav je často součástí

anebo spouštěcím faktorem tzv. „klecové únavy“. Nadbytek vápníku v dietě může způsobovat tvorbu močových kamenů (ANONYM, 2016 - 18). Deficit vápníku nebo jeho imbalance má pro koně za následek onemocnění skeletu, deformity kostí, onemocnění kloubů. U klisen v laktaci vyvolává nedostatek vápníku osteoporózu, neboli odvápnění skeletu (ANONYM, 2016 - 20).

**Železo** je nepostradatelnou složkou hemu, porfyrinového jádra hemoglobinu a cytochromů a složkou některých enzymů včetně katalázy, peroxidázy, fenylalanin hydroxylázy, tyrosinázy prolin hydroxylázy. Deficience železa způsobuje anémii a redukuje koncentraci nehemového železa v plasmě a brání normální pigmentaci peří u drůbeže. U nosnic také způsobuje anémii u inkubovaných embryí a snižuje líhivost. Líhnutá kuřata jsou slabá a netečná. Přídavek železa umožňuje rychlou nápravu. Nedostatek železa snižuje u kuřat syntézu niacinu z tryptofanu (ANONYM, 2016 - 18). Nedostatek železa i anémie z nedostatku železa jsou u koní velmi vzácné, zvláště u těch, kteří mají přístup k pastvě. Nadměrné doplňování železa u koní, především u hříbat, může být nebezpečné a může vést k selhání jater. Železo by se mělo doplňovat pouze u problémů, o nichž je známo, že budou na dodání železa reagovat. Přitom je nutné dodržovat doporučení výrobce, aby se předešlo případné toxicitě (ANONYM, 2016 - 19).

### **3.7.6. Další složky**

Rostlinné steroly, fytosteroly, jsou přirozené sloučeniny vyskytující se ve všech potravinách rostlinného původu. (Dostálová a Pokorný, 2000). Fytosteroly se hromadí v semenech (Šplíchalová, 2007). Konopné semeno obsahuje množství 100 - 150 g/kg. Fytosteroly zastoupené  $\beta$  - sitosterolem chybí v oleji lisovaném za studena (Miovský, 2008).

### **Kanabinoidy**

Rod *Cannabis* je jediným známým ve světě rostlin, jenž produkuje chemické látky známé jako kanabinoidy. Kanabinoidy jsou považovány za hlavní biologicky aktivní složku konopí (Dupal, 1996). Konopná semena mají nízký obsah THC. V neopracovaných semenech byl zjištěn maximální obsah 12 mg THC/kg. Uvedená látka se nachází hlavně ve vnějších

vrstvách semen, což je způsobeno převážně fyzickou kontaminací pryskyřicí z listů rostliny (EFSA, 2011).

### 3.7.7. Antinutriční látky

V potravinách jsou látky, které nám snižují stravitelnost, využitelnost živin, snižují nám účinky vitamínů a minerálních látek. Snižují výživovou hodnotu potravin a nazýváme je antinutričními látkami.

- **kyselina fytová** je sloučenina, která vzniká přirozeně v buňkách a v rostlinných vlákninách. Je považována za antinutriční látku, protože snižuje využití fosforu, zinku, vápníku a mědi u zvířat a lidí. Její obsah je na podobné úrovni jako v semenech lnu, hořčice, řepky či sóji (Matthäus, 1997). Má hypocholesterolemický účinek a pomáhá v prevenci proti infarktu myokardu a zasahuje do regulace hladiny glukózy v krvi. Kyselina fytová se u odrůd Carmagnola, Carmagnola selezionata, Fibranova, Fedora 17 a Felina 32 pohybuje v rozmezí 61,2 - 74,1 g/ kg. Odrůdy Ferimon a Felina 32 vykazovaly nejnižší hladinu kyseliny fytové viz tab. 14
- **taniny (třísloviny)** jsou fenolové sloučeniny, které vzájemně působí s proteiny. Mají negativní vliv na stravitelnost dusíkatých látek. Z chemického hlediska se dělí na hydrolyzovatelné a kondenzované (Davídek, Janíček, Pokorný, 1983). Obsah kondenzovaných taninů v odrůdách Carmagnola, Carmagnola selezionata, Fibranova, Fedora 17, Felina 32 se pohyboval od 1,36 do 2,14 g/ kg odtučněné mouky viz tab. 43. Jejich obsah je však nižší než v semenech řepky, krambe či safloru. Naopak je několikanásobně vyšší než v sóji či slunečnici (Matthäus, 1997).

Tabulka č. 14: Antinutriční látky v mouce u italských (Carmagnola, CS, Fibranova) a francouzských (Fedora 17, 32 Felina , Ferimon) odrůd *Cannabis sativa* (Russo a Reggiani, 2013).

| Odrůdy                 | kyselina fytová | taniny |
|------------------------|-----------------|--------|
| Carmagnola             | 64,9            | 1,50   |
| Carmagnola selezionata | 66,0            | 1,36   |
| Fibranova              | 74,1            | 1,85   |
| Fedora 17              | 65,7            | 2,14   |
| Felina 32              | 61,9            | 1,38   |
| Ferimon                | 61,2            | 1,72   |

### 3.8. Možnosti krmného využití konopí

Ke krmným účelům je možné využít:

- konopná semena (26 - 37,5 % lipidů, 25 % hrubé bílkoviny, 28 % vlákniny)
  - konopný bílkovinný izobát ze semen
  - konopná vláknina
- otruby (slupky)
- olej z konopných semen (asi 56 % linolové kyseliny, 22 %  $\alpha$  - linolenové kyseliny)
- pokrutiny/ koláč z konopných semen (asi 11 % lipidů, 33 % hrubé bílkoviny, 43 % vlákniny)
- celá rostlina konopí (včetně konopného pazdeří, čerstvá nebo sušená)
  - konopná mouka - mleté sušené listy konopí (EFSA, 2011).

### 3.8.1. Konopné semeno

#### Koně

Konopné semeno je vhodné pro koně, kteří mají problémy se srstí a kůží, pro koně mladé, březí a laktující, pro koně nemocné a hubené. Krmí se v celé nebo pomleté formě v dávce 20 - 100 g pro koně na den (ANONYM, 2016 - 4).

#### Drůbež

V rozvojových zemích je cena za krmivo hlavním faktorem pro rostoucí drůbež na maso a vejce. Semena konopí mají významný vliv na snižování výdajů za krmení brojlerových kuřat. V Indii je konopí považováno za alternativní krmivo pro drůbež (Sapcota, 1992 in Khan et al., 2009).

Vajíčka od slepic, které jsou krmeny semenem konopím, mají výrazněji žlutý žloutek a to díky vysokému obsahu karotenoidů. Karotenoidy zmírňují rizika nemocí, především pak některých rakovinových onemocnění a nemocí očí (ANONYM, 2016 - 6). Konopné semeno jako krmivo pro nosnice nemá nepříznivý vliv na výkon nosnice, ale vede k obohacení vajec o  $\Omega$  - 3 mastné kyseliny (Gakhar et al., 2012). Shahid (2015) uvádí, že při dávce 25 % konopných semen v krmné dávce se ve vaječném žloutku výrazně snížil cholesterol, kyselina myristová (C14: 0), palmitová (C16: 0) a kyselina stearová (C18: 0) a došlo ke zvýšení  $\Omega$  - 3 a  $\Omega$  - 6 mastných kyselin (tab. 15, 16 a 17).

Tabulka č. 15: Průměrný obsah cholesterolu ve vejcích (Shahid et al., 2015).

| Konopné semeno v KD | Cholesterol mg /g žloutku | Cholesterol mg /vejce |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|
| 0 %                 | 19,27                     | 281,13                |
| 15 %                | 16,91                     | 255,67                |
| 20 %                | 14,27                     | 224,11                |
| <b>25 %</b>         | <b>11,65</b>              | <b>190,71</b>         |

KD - krmná dávka

Tabulka č. 16: Průměrný obsah nasycených mastných kyselin ve vejcích (Shahid et al., 2015).

| Konopné semeno v KD | kyselina myristová | kyselina palmitová | kyselina stearová |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 0 %                 | 0,71               | 55,95              | 19,03             |
| 15 %                | 0,43               | 42,18              | 16,17             |
| 20 %                | 0,40               | 34,60              | 16,00             |
| <b>25 %</b>         | 0,46               | <b>32,51</b>       | <b>14,21</b>      |

Tabulka č. 17: Celkový obsah  $\Omega$  - 3 a  $\Omega$  - 6 mastných kyselin ve vejcích (Shahid et al., 2015).

| Konopné semeno v KD | $\Omega$ - 3 | $\Omega$ - 6 | $\Omega$ - 3: $\Omega$ - 6 |
|---------------------|--------------|--------------|----------------------------|
| 0%                  | 2,66         | 33,71        | 16,83                      |
| 15%                 | 7,79         | 57,97        | 8,44                       |
| 20%                 | 10,29        | 61,67        | 6,19                       |
| <b>25%</b>          | <b>15,11</b> | <b>63,52</b> | 4,22                       |

V mnoha zemích se konopné semeno používá jako krmivo pro výkrm drůbeže. Během experimentu, který trval 42 dní, bylo zjištěno, že krmení má pozitivní vliv na hmotnost svalů a viscerálních orgánů u brojlerů. Namletá semena ve výši 20 % v krmné dávce měla pozitivní vliv na hmotnost prsou, nohou, stehů, jater, žaludku, střev a břišního tuku. Výrazně se zlepšilo i využití krmiva. Dále bylo prokázáno zmírnění stresu a zlepšení imunity drůbeže (Khan et al., 2009).

Podle Robinsona (1996), je-li konopným semenem pravidelně krmena drůbež, netrpí nechutenstvím a tloustne i bez hormonů. Krmení konopným semenem má na slepice podobný efekt jako nahrubo umletá kukuřice, udržuje vnitřní stěnu žaludku hladkou a nepřerušenu.

THC v semenech stimuluje chuť k jídlu (Adams a Martin, 1996; Koch, 2001), naproti tomu kanabinoidní receptor antagonist SR 141716 snižuje příjem potravy (Arnone et al., 1997; Colombo et al., 1998; Simiand et al., 1998 in Khan et al., 2009).

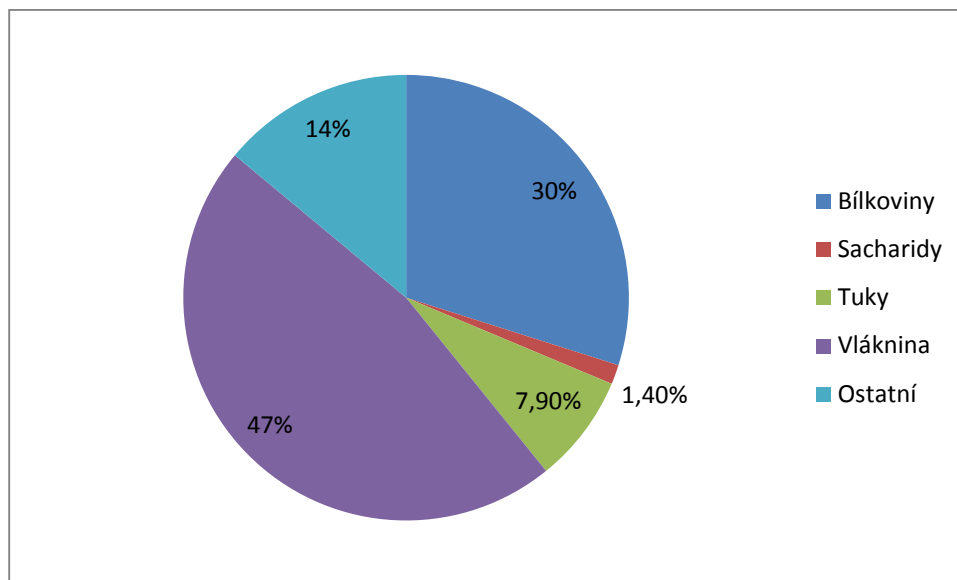
## Ryby

Konopné semeno mají v oblibě kapři. Při správné úpravě ho často upřednostňují před jinými partikly. Připravuje se tak, že se dá předem namočit (do druhého dne), pak vařit (cca 20 min) až praskne slupka a objeví se bílý klíček (ANONYM, 2016 - 9).



Namletím celých konopných semen či případně pokrutin se získává konopná mouka (graf 7). Konopná mouka je základní velkoobjemová surovina do jakéhokoli boilies (ANONYM, 2016 - 24). Doporučené podíl v krmivu je max. 30 % (ANONYM, 2016 - 25).

Graf č. 7: Složení nutričních hodnot u konopné mouky (ANONYM, 2016 - 26).



### Ptactvo

Semenec neboli konopné semeno se používá pro krmení ptactva. V období před hnízděním je dobré nechat semena naklíčit. Toto krmivo bychom měli např. agapornisům předkládat cca. 3 x týdně. Naklíčené semeno pozitivně působí na rozmnožovací proces (ANONYM, 2016 - 1).

Konopné semeno může být používáno pro výkrm holubů (Hullar et al., 1999). Doporučuje se přidávat 1 % semene do krmné směsi pro poštovní holuby (ANONYM, 2016 - 32).

### Přežvýkavci

Konopné semeno je dobrým zdrojem bílkovin pro přežvýkavce jako krávy a ovce (Mustafa et al., 1999 in Vonapartis, 2015). Semeno konopí příznivě ovlivňuje obsah tuku v tkáních hladinou konjugované kyseliny linolové a  $\Omega$  - 3 mastných kyselin (Gibb et al., 2005).

## Prasata

Konopná semena se používají jako náhrada řepky v krmných směsích pro prasata. Méně běžnou praxí je krmení listů, květů a stonků rostlin konopí (ANONYM, 2016 - 29).

Maximální podíl konopných semen v kompletních krmivech by mohl činit:

- 3 % u drůbeže pro výkrm
- 5 - 7 % u nosnic
- 2 - 5 % u prasat
- 5 % u ryb

Panel FEEDAP (vědecký panel, který se zabývá aditivy a produkty nebo látkami používanými v živočišných krmivech) doporučil pro krmiva na bázi konopných semen zavést maximální obsah THC ve výši 10 mg/kg (EFSA, 2011).

### 3.8.2. Proteinový izolát

Konopný protein je bohatý na metionin a cystin a nachází uplatnění především ve výkrmu drůbeže. Porovnání obsahu aminokyselin v celých semenech a proteinovém izolátu z konopí a sóji je uvedeno v tabulce č. 18 (Kalmendal, 2008).

Tabulka č. 18 - Porovnání obsahu aminokyselin v celých semenech a proteinovém izolátu z konopí a sóji s obsahem bílkovin 25 % a 32 % (Kalmendal, 2008)

| Aminokyselina   | Konopné semeno<br>1 | Konopný<br>proteinový izolát<br>2 | Sójové boby 1 | Sójový<br>proteinový izolát<br>2 |
|-----------------|---------------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Alanin          | 1.28                | 4.50                              | 1.39          | 3.72                             |
| Arginin         | 3.10                | 9.91                              | 2.14          | 7.35                             |
| Kys. asparagová | 2.78                | 9.41                              | 3.62          | 11.47                            |
| Cystin          | 0.41                | <b>0.17</b>                       | 0.54          | 0.05                             |
| Kys. glutamová  | 4.57                | 16.14                             | 5.89          | 20.67                            |
| Glycin          | 1.14                | 3.99                              | 1.29          | 3.74                             |
| Histidin        | 0.71                | 2.81                              | 0.76          | 2.81                             |
| Isoleucin       | 0.98                | 3.99                              | 1.62          | 4.35                             |
| Leucin          | 1.72                | 6.63                              | 2.58          | 6.79                             |
| Lysin           | 1.03                | 4.16                              | 1.73          | 5.23                             |
| Methionin       | 0.58                | <b>1.39</b>                       | 0.53          | 0.92                             |
| Fenylalanin     | 1.17                | 4.57                              | 1.78          | 5.14                             |
| Proline         | 1.15                | 4.53                              | 1.65          | 5.13                             |
| Serine          | 1.27                | 5.18                              | 1.54          | 5.32                             |
| Threonin        | 0.88                | 4.57                              | 1.35          | 3.98                             |
| Tryptofan       | 0.20                |                                   | 0.41          |                                  |
| Tyrosin         | 0.86                | 3.67                              | 1.14          | 3.61                             |
| Valin           | 1.28                | 4.98                              | 1.60          | 4.28                             |

Proteiny z konopných semen jsou snadno stravitelné a konopí neobsahuje inhibitory trypsinu (Callaway, 2004).

### 3.8.3. Konopné otruby

Konopné otruby jsou vysoce energetické krmivo a lze krmít dlouhodobě, bez omezení. Vznikají jako druhotný produkt při loupání semene. Otruby obsahují 42 % vlákniny a vytvářejí tak ideální prostředí pro růst a rozmnožování mikroorganismů, které zajišťují trávení a vstřebávání živin. 1 kg konopných otrub obsahuje 140 g vysoce kvalitního oleje s ideálním poměrem  $\Omega - 6/\Omega - 3$  mastných kyselin, které zabezpečují dostatečný přísun fytoosterolů, fosfolipidů a přírodního vitamínu E. V tab. 19 je uvedeno složení 1 kg doplňkového krmiva z konopných otrub (ANONYM, 2016 - 17; ANONYM, 2016 - 28).

#### Koně

Konopné otruby jsou ideálním krmivem pro vytrvalostní, westernové i rekreační koně. Koně s metabolickým syndromem IR, PSSM a pro koně postižené letní vyrážkou. Dále jsou vhodné pro koně náchylné k tuhnutí svalů, pro nárůst a udržení svalové hmoty u sportovních, rekreačních a starších koní. Konopné otruby mají příznivé dietetické účinky pro mladá, březí, nemocná zvířata i zvířata v rekonvalescenci. Otruby nebobtnají a dají se krmít i v suchém stavu. Dávku je nutné přizpůsobit věku a kondici koně. Doporučené dávkování pro koně o hmotnosti 500 - 600 kg je: 2 x 500 - 900 g denně dle zátěže. Denní dávku je vhodné rozdělit minimálně do dvou dílčích dávek a zamíchat do krmení. Při zkrmování musíme brát ohled na nevyhovující poměr vápníku a fosforu. Při zkrmování větší dávky musíme upravit minerální rovnováhu krmné dávky. V tab. 19 je uvedeno složení 1 kg doplňkového krmiva pro koně z konopných otrub (ANONYM, 2016 - 17).

Tabulka č. 19: Složení 1 kg doplňkového krmiva z konopných otrub (ANONYM, 2016 - 17).

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| Hrubá vláknina                    | 42 %     |
| Hrubé oleje a tuky                | 14 %     |
| Hrubý protein                     | 13,9 %   |
| Hrubý popel                       | 3,91 %   |
| Sacharidy                         | 1,09 %   |
| Vápník (Ca)                       | 0,17 %   |
| Phosphor (P)                      | 0,41 %   |
| ORIENTAČNÍ AMINOKYSELINOVÝ PROFIL |          |
| Kyselina asarágová                | 13,30 g  |
| Threonin                          | 4,56 g   |
| Serin                             | 6 g      |
| Kyselina glutamová                | 17,47 g  |
| Prolin                            | 33000 mg |
| Glycin                            | 26600 mg |
| Alanin                            | 10000 mg |
| Valin                             | 8333 mg  |
| Izoleucin                         | 5000 mg  |
| Leucin                            | 3300 mg  |
| Thyrosin                          | 3300 mg  |
| Phenylalanin                      | 3000 mg  |
| Histidin                          | 3000 mg  |
| Lyzin                             | 3000 mg  |
| Arginin                           | 670 mg   |
| Cystein                           | 33,33 mg |
| Methionin                         | 2,9 mg   |

#### **3.8.4. Konopná vláknina**

##### Psi

Konopná vláknina je vyrobena z konopných otrub obsahující 42 % vlákniny, 14 %, tuky a 13,9 % bílkovin. Vláknina příznivě působí na trávení a očistu střeva. Ochranná vrstva z hemicelulózy váže toxické látky a regeneruje trávicí trakt. Hlenovité látky, nerozpustná vláknina a rozpustné balastní látky mají základ pro správnou funkci střevní mikroflóry, mají

odstraňovat toxiny z tlustého střeva a bránit tak jejich dalšímu usazování. Řadí se mezi probiotika. Doporučuje se používat jako zeleninová příloha, při průjemových stavech, zácpě a nechutenství. Konopná vlákninu lze krmit dlouhodobě, bez omezení. Neobsahuje THC ani jiné psychotropní látky ovlivňující vědomí. Doporučené dávkování pro psa o hmotnosti 15 kg je 1 odměrka (10 g) do krmné dávky (ANONYM, 2016 - 16).

### **3.8.5. Konopný olej**

Olej z konopí obsahuje 75 - 80 % polynenasycených mastných kyselin a je nejdokonaleji vyváženým olejem z důvodu přítomnosti  $\Omega$  - 3 a  $\Omega$  - 6 mastných kyselin, které jsou nezbytné pro dobrý zdravotní stav a růst (Erasmus, 1999; Simopoulos, 2002 in Khan et al., 2009). Konopný olej je bohatým zdrojem esenciálních nenasycených mastných kyselin, kyseliny linolenové a kyseliny linolové, které jsou důležité pro řízení a souhru životních procesů v organismu, správnou funkci buněčných stěn, nervů, imunity a srdečně - cévního systému, slouží také jako zdroj energie. Uplatnění nachází při léčení chronických chorob pokožky. Obě kyseliny vykazují antioxidační účinek, napomáhají zmírnit již probíhající onemocnění. Podporují také růst svalové hmoty. Tyto esenciální látky mají prokazatelně regenerační, protizánětlivé a antibakteriální účinky a výrazně podporují imunitu organismu. Olej je za studena lisovaný, bez obsahu konzervantů a barviv s lehkým nádechem oříškové chuti. Zvýšený obsah chlorofylu dodává oleji nazelenalou barvu. Olej neobsahuje THC, ani jiné psychotropní látky ovlivňující vědomí (ANONYM, 2016 - 15). Výtěžnost oleje z 1 tuny konopných semen je cca 250 l oleje (ANONYM, 2016 - 14). Použití oleje jako krmného doplňku přispívá k ukládání mastných kyselin v mase (Mourot, Guillevic, 2015).

### **Psi**

Pro psy je konopný olej vhodný jako zdroj esenciálních mastných kyselin, doporučuje se krmit spolu s přirozenou stravou BARF (výživa psa syrovou stravou), při onemocnění pokožky, pro sportovně a služebně zatěžované psy. Produkt je určen pro všechny kategorie psů a je bezpečný pro březí a laktující feny i štěňata v růstu.

Dávkování pro psa o hmotnosti 15 kg: K prevenci 5 ml denně a ke zlepšení kondice 7,5 ml. Olej se míchá denně do krmné dávky a podává se po dobu 2 - 3 měsíců.

U chronických stavů je možné nepřetržité podávání. Nesmí se překračovat doporučená denní dávka (ANONYM, 2015 - 12).

### Koně

Obecně je v krmivech pro koně velmi málo tuků (kolem 3 - 5 %). Pokud chceme do krmné dávky přidávat konopný olej, tak bychom neměli překročit 250 ml, pokud chceme do krmné dávky přidávat další komponenty. Se zvyšováním olejů/tuků v krmné dávce dochází současně ke zvýšené potřebě vitamínu E. Je třeba mít na paměti, že 1 g oleje má 2,2 x větší energetickou hodnotu než 1 g škrobu. Neměli bychom tak překračovat 100 ml oleje na 100 kg živé hmotnosti. Tedy pro koně s hmotností 500 kg je hranicí 500 ml oleje na den. Pokud chceme do krmiv přidávat tuk zvlášť, je nutné na něj koně postupně a pomalu navykat, až se dostaneme na námi určenou dávku.

### **Benefity krmení tuků:**

- snížení množství obilovin v KD (krmné dávce) díky vyšší energetické hodnotě tuků a tím zvýšení stability zadní části střeva
- při současném krmení s obilovinami se zvyšuje stravitelnost obilovin
- dodá organismu stejné množství kalorií, ale neovlivní hladinu inzulínu v krvi
- pozitivně ovlivňuje stav a vzhled kůže a srsti
- vhodný typ energie pro koně s poruchami energetického metabolismu
- ovlivnění chování koní - snížení nervozity u vzrušivějších koní - lepší jezditelnost a ovladatelnost, snížení pocení a projevům nervózního chování (ANONYM, 2016 - 33)

### **3.8.6. Konopné pokrutiny**

Konopné pokrutiny vznikají jako druhotný produkt při lisování konopného oleje. Obsahují zbytek konopného oleje a kolem 30 % bílkovin. Nutričně se pokrutiny rovnají řepkovým pokrutinám a lze je použít jako alternativu za sóju (Eriksson, 2007). V tab. 20 je uvedeno chemické složení konopných pokrutin. Jedná se o surovinu využívanou jako doplněk stravy pro domácí zvířata, koně a kaprovité ryby (Callaway, 2004). Pokrutiny jsou bohaté na

bílkoviny a vlákninu a jsou proto vhodné zejména do krmných směsí pro plemenná zvířata. Dále se používají u zvířat, které mají problémy se srstí. Díky vysokému obsahu vlákniny mají konopné pokrutiny také pozitivní vliv na střevní mikroflóru, pro očistu a správnou funkci střev. Pokrutiny neobsahují THC ani jiné psychotropní látky.

Tabulka č. 20: Chemické složení konopných pokrutin (Karlsson et al., 2012; Stastnik et al., 2015).

|   | Karlsson et al.,<br>2012 | Stastnik et. al.,<br>2015 |
|---|--------------------------|---------------------------|
| Sušina (g/ kg)                                  | 927                      | 928                       |
| Popel (g/ kg suš.)                              | 69                       | 67,2                      |
| Hrubý protein (g/ kg suš.)                      | 336                      | 276,4                     |
| Tuk (g/ kg suš.)                                | 127                      | 89                        |
| Škrob (g/ kg suš.)                              | 7                        | -                         |
| Neutrální detergentní vláknina (g/ kg suš.)     | 382                      | -                         |
| Kyselá detergentní vláknina (g/ kg suš.)        | 336                      | 302                       |
| V pufru rozpustný protein (g/ kg hrub. prot.)   | 191                      | -                         |
| Nebílkovinné dusíkaté látky (g/ kg hrub. prot.) | 66                       | -                         |
| Proteiny nerozpustné v kyselém detergentu       | 79                       | -                         |

## Koně

Konopné pokrutiny jsou doporučovány pro staré a hubené koně, zejména při alergiích, kožních vyrážkách a špatných kopytech. U koní lze použít pokrutiny jako doplněk stravy pro vytrvalostní, westernové, rekreační a vysloužilé koně. Dále pro koně s metabolickým syndromem IR (syndrom rezistence na inzulin), PSSM (porucha ukládání glykogenu ve svalech) a pro koně postižené letní vyrážkou. Dávkování u koní je 50 - 500 g denně. Mohou se podávat dlouhodobě. Toto krmivo může být v rozporu s pravidly FEI (mezinárodní jezdecké federace) díky obsahu stopového množství kanabinoidů (ANONYM, 2016 - 17).

## Drůbež

Konopné pokrutiny nemají negativní vliv na výkonnost nosnic, naopak obohacují vejce o  $\Omega$  - 3 mastné kyseliny stejně jako konopná semena (Halle et al., 2013). Za studena lisované pokrutiny zvýšily ve vejcích koncentraci kyseliny linolové a kyseliny  $\alpha$  - linolenové (Silversides a Lefrancois, 2005; Karlsson 2010).



Krmné směsi, které obsahovaly 15 % pokrutin negativně ovlivnily růst kuřat a poměr konverze krmiva (Stastnik et al., 2015).

## Ryby

Konopné pokrutiny lze použít i jako krmivo nebo vnařilo pro kaprovité ryby (ANONYM, 2016 - 6).

## Přežvýkavci

Za studena lisované konopné pokrutiny byly zkoušeny jako bílkovinné krmivo pro výkrm mladých telat a volů. Bylo zjištěno, že konopné pokrutiny mají ve srovnání se sójou, dobrý vliv na zlepšení funkce bachoru a vykazují vyšší příjem neutrální detergentní vlákniny než zvířata krmená sójou a lze je považovat i za rovnocennou náhradu tepelně ošetřených řepkových pokrutin (Mustafa et al., 1998; Hessle et al, 2008). Pokrutiny jako doplněk pro výkrm skotu zlepšily zastoupení mastných kyselin v mase (Turner et al., 2008). Pro rostoucí dobytek jsou pokrutiny vhodnou alternativou bílkovinného krmiva za sójový šrot. Pokrutiny mají podobné vlastnosti na růst a vývoj kostry jako sójová moučka (tab. 21). Pokud se v krmivu nachází pokrutiny, tak trávicí systém pracuje efektivněji (Eriksson, 2007).

Tabulka č. 21: Vliv krmené bílkoviny (konopí vs. sója) a porážkové hmotnosti (600 a 650 kg) volů na výtěžnost masa (Eriksson, 2007).

|                       | Konopí |      | Sója |      |
|-----------------------|--------|------|------|------|
|                       | 600    | 650  | 600  | 650  |
| Živá hmotnost (kg)    | 601    | 643  | 606  | 651  |
| Jatečná hmotnost (kg) | 310    | 328  | 309  | 339  |
| Dny                   | 203    | 209  | 186  | 238  |
| Výtěžnost             | 51,7   | 51,0 | 51,0 | 52,1 |
| Zmasilost             | 4,3    | 4,1  | 4,0  | 4,3  |
| Tučnost               | 8,4    | 8,5  | 7,7  | 8,6  |

Pokrutiny v krmivu zvyšují podíl monoenoových mastných kyselin, zejména kyseliny olejové v mase. Voli, kteří byli krmeni pokrutinami, měli průkazně vyšší poměr elaidové a linolové mastné kyseliny. Kromě toho se průkazně snížil poměr  $\Omega - 6 / \Omega - 3$  mastných kyselin (Hessle et al., 2008).

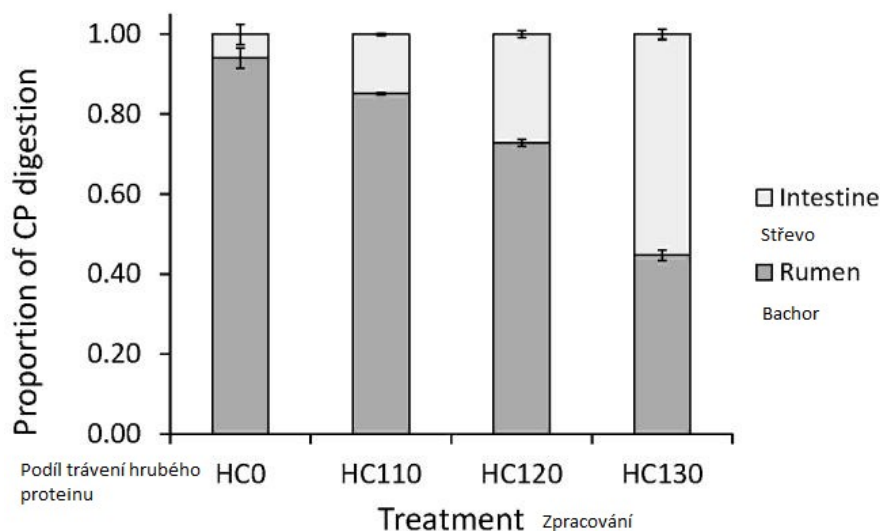
Lze je krmit i dojnícím jako proteinový doplněk. Při středním podílu v potravě (143 g pokrutin/kg sušiny) dávají nejlepší výsledky pro produkci mléka. V tab. č. 22 můžeme pozorovat účinky krmení pokrutin (0 - 32 %) na příjem krmiva, dojivost, složení mléka a živin u dojnic (Karlsson, et al., 2010).

Tabulka č. 22: Účinky diety obsahující různé podíly HC (0 - 32 %) na příjem krmiva, dojivost, složení mléka a živin účinnost živin u dojnic (Karlsson et al., 2010)

|                                    | HC0  | HC14 | HC23 | HC32  |
|------------------------------------|------|------|------|-------|
| Příjem (kg/den)                    |      |      |      |       |
| Sušina                             | 23,3 | 26,4 | 23,9 | 26,4  |
| Celkový protein                    | 2,89 | 4,15 | 4,23 | 5,02  |
| Tuk                                | 0,51 | 0,98 | 1,1  | 1,39  |
| NDF                                | 8,02 | 9,8  | 9,22 | 10,49 |
| Škrob                              | 5,4  | 4,54 | 3,22 | 2,9   |
|                                    |      |      |      |       |
| Dojivost (kg/den)                  |      |      |      |       |
| Mléko                              | 25,2 | 28,7 | 26,8 | 26,8  |
| Mléčná bílkovina                   | 0,91 | 1,04 | 0,97 | 0,96  |
| Mléčný tuk                         | 1,07 | 1,22 | 1,13 | 1,07  |
| Laktóza                            | 1,14 | 1,36 | 1,31 | 1,27  |
|                                    |      |      |      |       |
| Složení mléka (%)                  |      |      |      |       |
| Bílkovina                          | 3,63 | 3,61 | 3,49 | 3,4   |
| Tuk                                | 4,31 | 4,21 | 4,07 | 3,89  |
| Laktóza                            | 4,65 | 4,69 | 4,77 | 4,38  |
| Močovina (mmol/l)                  | 2,7  | 3,7  | 4,4  | 5,1   |
|                                    |      |      |      |       |
| Účinnost živin (dojivost/příjem)   |      |      |      |       |
| Mléčná bílkovina/celkové bílkoviny | 0,29 | 0,26 | 0,22 | 0,22  |
| Živá hmotnost (kg)                 | 647  | 637  | 637  | 639   |

Tepelná úprava zvýšila krmnou hodnotu pokrutin. Tepelně upravené konopné pokrutiny posunuly místo trávení dusíkatých látek a aminokyselin do tenkého střeva viz obr. 6 (Karlsson et al., 2012). Na universitě v Saskatchewanu studovali krmnou hodnotu mletých pokrutin. K měření stravitelnosti bílkovin byly použity dvě zaprahle dojnice s voperovanými pištěly. Obsah bílkovin nestravitelných ve střevech byl zjišťován ve třech etapách pokusu provedeného v podmínkách in vitro. Obsah bílkovin ve šrotovaných konopných pokrutinách je o něco málo nižší než v řepkových a rozpustná je také menší část přítomných bílkovin, což znamená, že z bacheru jich odchází dále do střev větší množství. Také obsah bílkovin, nerozložitelných v bacheru je v konopných pokrutinách přibližně stejný jako v tepelně

zpracovaných řepkových pokrutinách. Bylo zjištěno, že u konopí je podíl nerozložitelných bílkovin o 65 % vyšší, než u řepky, což znamená, že tato frakce prochází do střev a tam je k dispozici pro trávení. Co se týče efektivní stravitelnosti sušiny, je tato hodnota u konopných pokrutin nižší než u řepky, je však třeba zdůraznit, že v porovnání s ostatními ingrediencemi je tato hodnota vysoká, což svědčí o zvýšeném obsahu vlákniny. Tuto skutečnost potvrdil i vysoký obsah neutrální detergentní vlákniny a kyselá detergentní vlákniny v konopných pokrutinách. Obohacení konopných pokrutin xylanázou - enzymem, který se vyznačuje stálostí v bacheru - lze dosáhnout zvýšení stravitelnosti neutrálně detergentní vlákniny (Mustafa et al., 1997).



Obrázek č. 6: Podíl trávení hrubé bílkoviny (CP) v bacheru a v tenkém střevě u konopných pokrutin neošetřených (HC0) nebo vlhkým teplem zpracovaných při 110° C (HC110), 120° C (HC120) nebo 130° C (HC130). (Karlsson et al., 2012).

## Ovce

Karlsson a Martinsson (2011) uvádí, že konopné pokrutiny nejsou vhodnou alternativou proteinového doplňku pro rostoucí jehňata. Nebyly nalezeny žádné významné rozdíly v rychlosti růstu nebo konverzi krmiva bez bílkovinného doplňku ve formě konopných pokrutin nebo s ním. Krmná hodnota bílkovin pokrutin se zdá chudší než u ostatních krmných doplňků, to může souviset s nízkou stravitelností RUP, což vede k vyššímu množství nestravitelných dusíkatých látek v krmivu.

V krmném pokusu s ovce kde byly v izonitrogení krmné dávce řepkové pokrutiny nahrazovány 0 až 100 % konopných pokrutin se zvyšující se koncentrací konopí stoupal příjem krmiva a to z 1 809 g při 100 % řepky a 0 % konopí až na 1 949 g při opačném poměru. Tento nárůst byl pravděpodobně způsoben rozdíly ve stravitelnosti sušiny (64 - 65,7 %) nebo stravitelnosti veškerých dusíkatých látek (68,8 - 70,8 %). Konopné pokrutiny jsou vhodným přírodním zdrojem v bachoru nestravitelných bílkovin a lze je považovat za rovnocennou náhradu tepelně ošetřených řepkových pokrutin (Mustafa et al., 1997).

Maximální podíl konopných pokrutin v kompletních krmivech by mohl činit:

- 3 % u drůbeže pro výkrm
- 5 - 7% u nosnic
- 2 - 5 % u prasat
- 5 % u přežvýkavců

Panel FEEDAP doporučil pro krmiva na bázi konopných semen zavést maximální obsah THC ve výši 10 mg/kg (EFSA, 2011).

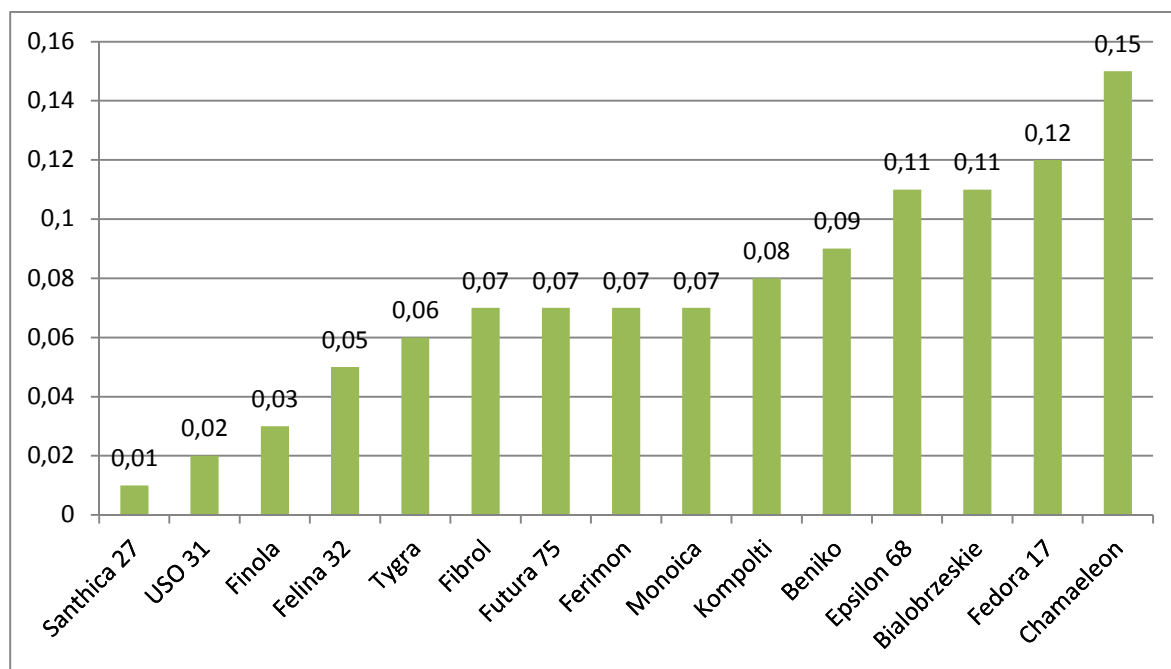
### **3.8.7. Celé rostliny konopí jako krmivo**

Celá rostlina konopí (stonek a listy) by mohla být, vzhledem k vysokému obsahu vlákniny, vhodným krmivem pro přežvýkavce a koně. Dle Huffa (2013) v Seattlu krmí jeden z chovatelů svá prasata zbytky technického konopí (stonky a listy). Maso těchto prasat je více mramorované a chutnější.

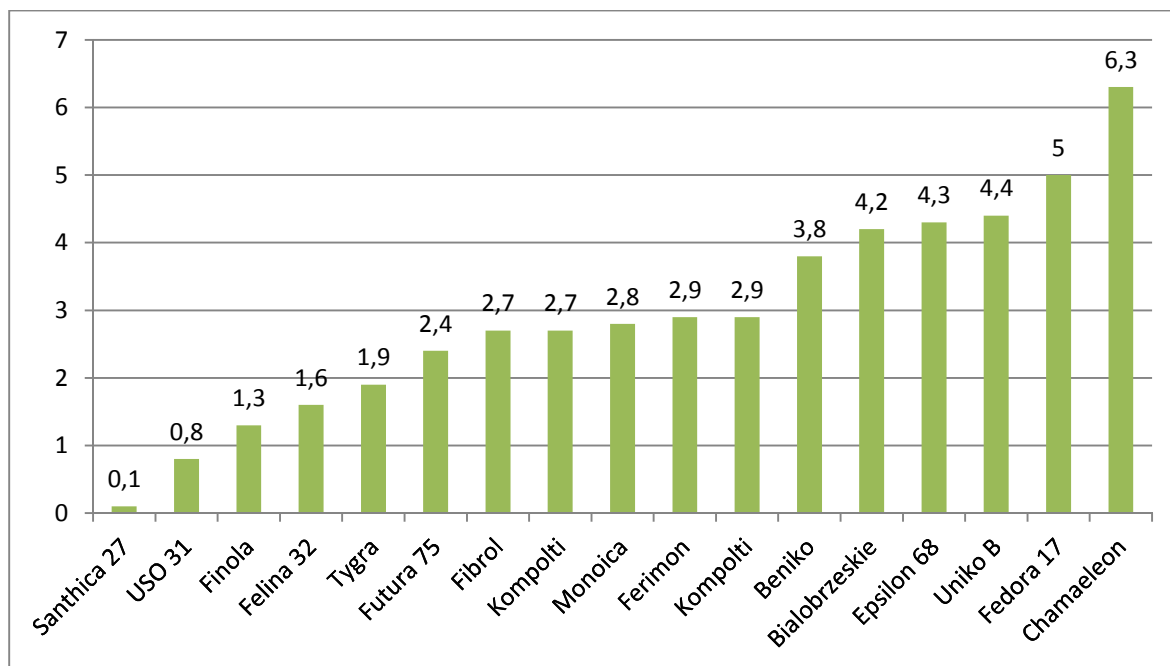
Zkrmování konopí dojnícím nemá žádný pozitivní vliv na množství nebo kvalitu nadojeného mléka. Naopak bylo prokázáno, že psychotropní látka THC z konopí přechází do mléka. Přítomnost takových reziduí příslušný zákon o krmivech zakazuje (ANONYM, 2016 - 11). Do denní dávky dojníc by se pravděpodobně dalo začlenit 0,5 - 1,5 kg sušiny celého konopí (EFSA, 2011).

Panel FEEDAP (vědecký panel, který se zabývá aditivy a produkty nebo látkami používanými v živočišných krmivech) doporučil zařadit krmiva získaná z celé rostliny konopí na seznam materiálů, jejichž umístění na trh nebo použití pro výživu zvířat je omezeno nebo zakázáno (EFSA, 2011).

Průmyslové konopí je formou *Cannabis sativa*, která v rostlinách obsahuje velmi malé množství THC a to do max. 0,3 % (Holland, 2014). V ČR nejnižší obsah THC měla odrůda Santhica 27 - 0,01 % a nejvyšší odrůda Chamaeleon - 0,15 % (graf 5). Nejnižší obsah CBD (graf 6) má Santhica 27 - 0,10 % a nejvyšší má Chamaeleon - 6,3 % (Bjelková, 2016)



Graf č. 5: Obsah THC (%) u rostlin odrůd konopí setého (Bjelková, 2016)



Graf č. 6: Obsah CBD (%) u rostlin odrůd konopí setého (Bjelková, 2016)

### 3.8.8. Veterinární využití

Bolus z květů konopí, cukru a obilí léčí koliku, zácpu, průjem, červy a dobytčí mor u domácích zvířat. Indickým konopím se krmí dobytek před pářením a ke zvýšení laktace. Často se předkládá slonům a skotu k zahnání únavy a k dodání větší výdrže a síly (Robinson, 1996).

Při vnějším použití se semeno namele, namočí do vody a použije jako obklad na kožní problémy, alergie, při poškození kůže a na různé abscesy (ANONYM, 2016 - 4).

#### 4. ZÁVĚR

Semeno konopí obsahuje přibližně 200 - 250 g/kg hrubé bílkoviny. Odrůdová variabilita v obsahu bílkovin se pohybuje v rozmezí 238 - 280 g/kg. Z aminokyselin je v bílkovině nejvíce zastoupená kyselina glutamová - 4,57 % a nejméně zastoupený je tryptofan - 0,20 %. Obsah tuku a jednotlivých mastných kyselin je ovlivněn významně i odrůdou.

Nejvíce tuku bylo zjištěno v odrůdě Fibrol - 34,7 % a nejméně v odrůdě Kompolti - 21,1 %. Významnější vliv než odrůda či genotyp má však na obsah i složení oleje v semenech konopí lokalita (země, region) pěstování. Odrůdy ze zemí/ regionů s mírným nebo teplým klimatem obsahují malé množství kyseliny  $\gamma$  - linolenové, naopak odrůdy z oblastí, které jsou mírné, studené i v létě obsahují velké množství této kyseliny. Nejvyšší podíl kyseliny  $\gamma$  - linolenové - 6,8 %, byl nalezen v Ermaskovskaja (oblasti v severním Rusku). V konopném oleji se nachází u některých odrůd pouze 2,5 % kyseliny stearidonové. Obsah kyseliny palmitové v konopí se pohybuje v rozmezí 6,02 - 8,00, kyseliny stearové 1,90 - 3,22 %, kyseliny olejové 9,30 - 15,15 %, kyseliny linolové 54,32 - 59,35 % a kyseliny  $\gamma$  - linolenové 0,94 - 3,92 %.

Další významnou nutriční složkou konopných semen je vláknina. Celá semena konopí obsahují 320 g/kg neutrální detergentní vlákniny, která ovlivňuje stravitelnost bílkovin. Nejvyšší koncentrace neutrální detergentní vlákniny zjištěna v odrůdě Anka - 388 g/kg a nejnižší v odrůdě CFX2 - 327 g/kg. Kyselá detergentní vláknina kolísala mezi odrůdami v rozmezí od 298 g/kg (odrůda Jutta) po 259 g/kg (odrůda CFX1).

Konopné semeno je významným zdrojem vitamínů A, B1, B2, B6, C, D a E a minerálních látek především fosforu, draslíku, sodíku, zinku, manganu, selenu, hořčíku a vápníku.

Kyselina fytová patří mezi antinutriční látky obsažené v konopném semenu, snižuje využití fosforu, zinku, vápníku a mědi u zvířat. U odrůd Carmagnola, Carmagnola selezionata, Fibranova, Fedora 17 a Felina 32 pohybovala v rozmezí 61,2 - 74,1 g/kg. Další antinutriční složkou v semenu konopí jsou taniny, které mají negativní vliv na stravitelnost bílkovin. Obsah kondenzovaných taninů v různých odrůdách se pohyboval od 1,36 do 2,14 g/kg odtučněné mouky.

Ke krmným účelům je možné využít konopná semena, konopnou mouku, konopný bílkovinný izobát ze semen, konopnou vlákninu, otruby (slupky), olej z konopných semen, pokrutiny, celou rostlinu konopí (čerstvou nebo sušenou) a konopnou mouku (mleté sušené listy konopí).

Maximální podíl konopných semen v kompletních krmivech by mohl být 3 % u drůbeže pro výkrm, 5 - 7 % u nosnic, 2 - 5 % u prasat a 5 % u ryb. Doporučovaný limit pro obsah THC v krmivech z konopných semen je 10 mg/kg krmiva.

### **Konopná semena:**

- v krmné dávce nosnic zvyšují produkci vajec
- obohacují slepičí vejce o  $\Omega$  - 3 a  $\Omega$  - 6 mastné kyseliny a karotenoidy
- zastoupená v krmné směsi pro drůbež 25 % podílem snižují obsah cholesterolu ve vaječném žloutku, obsah kyseliny myristové a palmitové
- mají pozitivní vliv na hmotnost svalů a viscerálních orgánů u vykrmované drůbeže
- zastoupená 20 % podílem v krmných směsích mají pozitivní vliv na hmotnost prsou, stehen, jater, žaludku, střev a břišního tuku u vykrmované drůbeže
- mají pozitivní vliv na podporu trávení a udržují u drůbeže vnitřní stěnu žaludku hladkou a nepřerušenou
- jsou vhodným zdrojem bílkovin pro přežvýkavce
- jsou vhodnou náhradou řepky v krmení pro prasata
- používají se do zobů pro ptactvo, výkrm holubů či kaprů

### **Konopný olej:**

- zlepšuje využití krmiv a zvyšuje přírůstek tělesné hmotnosti u drůbeže
- zmírňuje stres a zlepšuje imunitu hospodářských i domácích zvířat

### **Konopné pokrutiny:**

- za studena lisované zvyšují koncentraci kyseliny linolové a kyseliny linolenové ve vejcích



- zastoupené v krmných směsích z 15 - ti % negativně ovlivňují růst kuřat a poměr konverze krmiva
- za studena lisované mají dobrý vliv na zlepšení funkce bachoru přežvýkavců a vykazují vyšší příjem neutrální detergentní vlákniny než zvířata krmená sójou
- mohou v krmné dávce ovcí nahradit tepelně ošetřené řepkové pokruty
- zvyšují zastoupení mastných kyselin v mase skotu
- jsou vhodnou alternativou k sójovému šrotu při výkrmu telat, jakož to bílkovinného krmiva
- mají podíl nerozložitelných bílkovin o 65 % vyšší než u řepky, což znamená, že tato frakce prochází do střev a tam je k dispozici pro trávení
- nejsou vhodné jako proteinový doplněk pro rostoucí jehňata
- lze krmit dojnícím jako proteinový doplněk, při středním podílu (143 g/ kg sušiny) v potravě nejvíce zvyšují produkci mléka

Závěrem mé práce bych shrnula, že účinky konopí ve výživě zvířat jsou opravdu pozoruhodné a zasluhují další výzkum. V zahraničí se již dlouhou dobu věnují krmení konopím jako alternativu bílkovinného krmiva, které jim snižuje náklady a má pozitivní vliv na krmná zvířata. U nás se zatím nikdo touto možností krmení nezabýval. Nicméně věřím, že do budoucna by se přístup mohl změnit a tato rostlina se stane běžně používanou ke krmným účelům.

#### 4. Seznam použité literatury

ADAMS, P. (2012): *Marihuana - vše o pěstování konopí*, Minderhout: Positive Publishers b. v. b. a, 351 s.

BENHAIM, P. (2007): *Konopí - zdraví na dosah*, Frýdek - Místek: Alpress, 454 s.

BOOTH, M. (2003): *Cannabis a history*, New York: Thomas Dunne Book, St. Martin's Press, 430 s.

CALLAWAY, J. C. (2004): Hempseed as a nutritional resource: An overview, *Euphytica* 140: 65 - 72.

CALLAWAY, J. C., TENNILÄ, T., PATE, D. W., (1996): Occurrence of "*omega* - 3" stearidonic acid (*cis* - 6, 9, 12, 15 - octadecatetraenoic acid) in hemp (*Cannabis sativa* L.) seed. *Journal of the International Hemp Association* 3(2): 61 - 63.

CONRAD, C. (2001): *Konopí pro zdraví*, Praha: Pragma, 210 s.

DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. (1983): *Chemie potravin*, Praha: SNTL, 629 s.

DOSTÁLOVÁ, J., POKORNÝ, J. (2000): Rostlinné steroly (fytosteroly) v potravinách, jejich příjem a význam pro prevenci kardiovaskulárních onemocnění. *Výživa a potraviny* 55 (6): 189 - 190.

EFSA Journal 2011; 9 (3), Scientific opinion on the safety of hemp (*Cannabis genus*) for use as animal feed, European Food Safety Authority, EFSA Journal; 9 (3): 36 s.

ERIKSSON, M. (2007): Hempseed cake as a protein feed for growing cattle, Swedish University of Agricultural Sciences, Student report 128, 57 s.

FORAPANI, S., CARBONI, A., PAOLETTI, C., MOLITERNI, V. M. C., RANALLI, P. MANDOLINO, G. (2001): Comparison of hemp varieties using random amplified polymorphic DNA markers. *Crop Science* 41: 1682 - 1689.

GAKHAR, N., GOLDBERG, E., JING, M. GIBSON, R., HOUSE, JD. (2012): Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil to laying hens, *Poultry Science* 91 (3): 701 - 711.

GIBB, D. J., SHAH, M. A., MIR, P. S., MCALLISTER, T. A. (2005): Effect of full-fat hemp seed on performance and tissue fatty acids of feedlot cattle, Research Centre, Agriculture and Agri - Food Canada, LRC contribution no. 38704063: 223 - 230 s.

GROTENHERMEN, F., CARUS, M. (2011): Statement by the European industrial hemp association (EIHA) on the study by the European food safety authority (EFSA) on scientific opinion on the safety of hemp (*Cannabis genus*) for use as animal feed. EIHA , Statement by the EIHA on the study by the European Food Safety Authority (EFSA), 11 s.

DUPAL, L. (1996): Kniha o marihuaně, Praha: MAŤA, 121 s.

HESSLE, A., ERIKSSON, M., NADEAU, E., TURNER, T., JOHANSSON, B. (2008): Cold - pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle, Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science 58 (3): 136 - 145

HALLE, I., SCHÖNE, F.: (2013) Influence of rapeseed cake, linseed cake and hemp seed cake on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk, Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 8 : 185 - 193

HOLLAND, J. (2014): Tráva kompletní průvodce světem marihuany v medicíně, vědě, kultuře a politice, Praha: Pragma, 443 s.

HONZÍK, R. (2007): Nové technologické postupy sklizně technického konopí, Praha: EnviBio, 24 s.

HOUSE, J. D., NEUFELD, J., LESON, G. (2010): Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa* L.) products through the use of the protein digestibility - corrected amino acid score method. Journal of Agricultural and Food Chemistry 24; 58 (22): 11801 - 11807.

JAROŠOVÁ, M. (2015): Technologie pěstování a hnojení konopí (*Cannabis*) a způsoby jeho využití, Č. Budějovice, bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 70 s.

KALMENDAL R. (2008): Hemp seed cake fed to broilers, Examensarbete 264, Upsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 41s.

KARLSSON, L., MARTINSSON, K. (2011): Growth performance of lambs fed different protein supplements in barely - based diets, Livestock Science 138: 125 - 131.

KARLSSON, L., RUIZ - MORENO, M., STERNL, M. D., MARTINSSON, K. (2012): Effects of temperature during moist heat treatment on ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acid in hempseed cake, *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (11): 1559 - 1567.

KARLSSON, L. (2010): Hempseed cake as a protein feed for ruminants, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Research for Northern Sweden, 54 s.

KARLSSON, L., FINELL, M., MARTINSSON, K. (2010): Effects of increasing amounts of hempseed cake in the diet of dairy cows on the production and composition of milk, *Animal: an international journal of animal bioscience*, 4 (11): 1854 - 1860.

KHAN, N., KHAN, R. U., DURANNI, F. R., CHAND, N., ANWAR, H., NAZ, S., FAROOQ, F. A., MANZOOR, M. N. (2009): Effect of *Cannabis Sativa* fortified feed on muscle growth and visceral organs in broiler chicks, *International Journal of Biology and Biotechnology* 6 (3): 179 - 182.

KHAN, R. U., DURRANI, F. R., CHAND, N., ANWAR, H. (2009): Influence of feed supplementation with *Cannabis Sativa* on quality of broilers carcass, *Pakistan Veterinary Journal*, 30 (1): 34 - 38.

KLVAŇOVÁ, L., RUMAN, M. (2008): *Konopí - staronový přítel člověka*, Praha: o. s. Konopa, 36 s.

KRIESE, U., SCHUMANN, E., WEBER, W. E., BEYER, M., BRÜHL, L., MATTHÄUS (2004): Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes, *Euphytica* 137(3): 339 - 351.

KUBÁNEK, V. (2009): *Konopí a mák*, Brno: TRIBUN EU s.r.o., 143 s.

MATTAUS, B. (1997): Antinutritive compounds in different oil seeds, *Fett/ Lipid* 99 (5) : 170 - 174.

MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR (2015): *Český lékopis, doplněk*, Praha: GRADA Publishing a.s., 968 s.

MIHOC, M., POP, G., ALEXA, E., RADULOV, I. (2012): Nutritive quality of romanian hemp varieties (*Cannabis sativa* L.) with special focus on oil and metal contents of seeds, Chemistry Central Journal 6: 122.

MILFORTOVÁ, L. (2010): Kanabinoidy, Popularizace vědy, 12: 343 - 351.

MIOVSKÝ, M. (2008): Konopí a konopné drogy, Praha: GRADA Publishing a.s., 542 s.

MOUDRÝ, J., BÁRTA, J., BÁRTOVÁ, V., BUBENÍK, J., DIVIŠ, J., DOSTÁLOVÁ, R., HÝBL, M., KONVALINA, P., ONDŘEJ, M., PEXOVÁ KALINOVÁ, J., PONÍŽIL, A., SEIDENGLANZ, M., STRAŠIL, Z., ŠMIROUZ, P., ŠTOCLOVÁ, M., VACULÍK, A. (2011): Alternativní plodiny. Profi Press, Praha, 144 p.

MOUROT, J., GUILLEVIC, M. (2015): Effect of introducing hemp oil into feed on the nutritional quality of pig meat, EDP Sciences, OCL, 22 (6) D612.

MÖLLEKEN, H., THEIMER, R. R. (1997): Survey of minor fatty acids in *Cannabis sativa* L. fruits of various origins, Wuppertal: Bergische Universität, Physiologische Chemie der Pflanzen, 13 s.

MUSTAFA, A. F., MCKINNON, J., CHRISTENSEN, D. A. (1998): The nutritive value of hemp meal for ruminants, Department of Animal and Poultry Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, 91 - 95

POUSTKOVÁ, I., BABIČKA, L., KOUŘIMSKÁ, L., SIEGROVÁ, G., STARUCH, L. (2010): Quality of hemp seed oil depending on its obtaining, Potravinarstvo 4 (3): 53 - 57

PŮLPYTLOVÁ, J. (2011): Nutriční a technologická kvalita semen konopí setého, bakalářská práce, Č. Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 43 s.

ROBINSON, R. (1997): Velká kniha o konopí, Praha: Volvox Globator, 261 s.

RUMAN, M. (2013): *Cannabis* konopí, průvodce světem univerzální rostliny, Praha: J. Otto - Ottovo nakladatelství, 320 s.

RUSSO, R., REGGIANI, R. (2013): Variability in antinutritional compounds in hempseed meal of italian and french varieties, Plant, Science Publishing Group, 1 (2): 25 - 29.

SHAHID, S., CHAND, N., KHAN, R. U., SUHAIL, S. M., KHAN, N. A. (2015): Alternations in cholesterol and fatty acids composition in egg yolk of Rhode Island Red x

Fyoumi hens fed with hemp seeds (*Cannabis sativa* L.), Journal of Chemistry, Volume 2015, Article ID 362936, 6 pages

SILVERSIDES, F. G., LEFRANCOIS, M. R. (2005): The effect of feeding hemp seed meal to laying hens, British Poultry Science 46 (2): 231 - 235

SMALL, E., BECKSTEAD, H. D., CHAN, A (1975): Evolution of cannabinoid phenotypes in Cannabis, Economic Botany, 29: 219 - 232

STASTNIK, O., KARASEK, F., STENCLOVA, H., TROJAN, V., VYHNANEK, T., PAVLATA, L., MRKVICOVA, E. (2015): The effect of hempseed cakes on broiler chicken performance parameters, MendelNet, Department of Animal Nutrition and Forage Production, Department of Plant Biology, 157 - 160

ŠIRL, M. (2011): Využití biotechnologických metod při pěstování technického konopí (*Cannabis sativa* L.), bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 32 s.

ŠPLÍCHALOVÁ, I. (2007): Fytosteroly, bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta, 63 s.

TURNER, T., HESSLE, A., LUNDSTRÖM, K., PICKOVA, J. (2008): Influence of hempseed cake and soybean meal on lipid fractions in bovine *M. longissimus dorsi*, Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science 58 (3): 152 - 160.

VÁCLAVKOVÁ, E., LUSTIKOVÁ, A. (2011): Alternativní krmiva k zefektivnění výživy prasat, Náš chov 71 (11): 78 - 79 s.

VALÍČEK, P. (2002): Rostlinné omamné drogy, Benešov: Start, 191 s.

VELÍŠEK, J. (2002): Chemie potravin 2, Tábor: OSSIS, 303 s.

VOGL, CH. R., MÖLLEKEN, H., LISSEK - WOLF, G., SURBÖCK, A., KOBERT, J. (2004): Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a resource for green cosmetics, yield of seed and fatty acid compositions of 20 varieties under the growing conditions of organic farming in Austria, Journal of Industrial Hemp 9 (1): 51 - 68

VONAPARTIS, E., AUBIN, M - P., SEGUIN, P., MUSTAFA, A. F., CHARRON, J - B. (2015): Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada, *Journal of Food Composition and Analysis* 39: 8 - 12.

TOŠOVSKÁ, M., BUCHTOVÁ, M. (2009): Situační a výhledová zpráva len a konopí, Praha: MZe, 47 s.

#### 4.1. Elektronické zdroje

(ANONYM, 2016 - 1), Krmení agapornisů, [online], [cit. 2016 - 2 - 4]. Dostupné na:

<[http://www.agapornis.funsite.cz/?page\\_id=18](http://www.agapornis.funsite.cz/?page_id=18)>

(ANONYM, 2016 - 2), Agris - agrární www portál: popis odrůd, [online], [cit. 2016 - 3 - 4]. Dostupné na:

<[http://www.agris.cz/zemedelstvi?id\\_a=94802](http://www.agris.cz/zemedelstvi?id_a=94802)>

(ANONYM, 2016 - 3), Agritec - výzkum, šlechtění a služby s. r. o.: popisy registrovaných a zastupovaných odrůd konopí, [online], [cit. 2016 - 3 - 6]. Dostupné na:

<<http://www.agritec.cz/cs/len-konopi>>

(ANONYM, 2016 - 4), Animo centrum krmiv - konopné semeno (vlastnosti a informace), [online], [cit. 2015 - 10 - 5]. Dostupné na:

<<http://www.centrumkrmiv.cz/product/konopne-seminko-3-kg-1134/>>

BJELKOVÁ, M.: Vybrané vlastnosti odrůd konopí setého, Agritec Plant Research s. r. o., [online], [cit. 2015 - 10 - 6]. Dostupné na:

<[http://trawa.cz/wp-content/uploads/2015/04/23-konopi\\_sete.pdf](http://trawa.cz/wp-content/uploads/2015/04/23-konopi_sete.pdf)>

CELNÍ SPRÁVA ČR: Legislativní úprava oblasti pěstování máku setého a konopí v ČR, [online], [cit. 2015 - 10 - 7]. Dostupné na:

<<https://www.celnisprava.cz/cz/clo/spolecne-zemedelske-politiky-a-zvlastnich-kompetenci/Stranky/mak-sety-a-konopi.aspx>>

(ANONYM, 2016 - 5), Konopa o. s. - konopné semínko jako potravina, [online], [cit. 2015 - 10 - 10]. Dostupné na:

<<http://www.konopa.cz/potraviny/konopne-seminko-jako-potravina.html>>

(ANONYM, 2016 - 6), Konopí slouží jako potravina i krmivo, [online], [cit. 2015 - 11 - 7]. Dostupné na:

<<http://www.konopnyshop.cz/konopi-slouzi-jako-potravina-i-krmivo.html>>

(ANONYM, 2016 - 7), Technické konopí- vlastnosti a informace, [online], [cit. 2015 - 11 - 8]. Dostupné na:

<<http://konoptikum.cz/2015/02/technicke-konopi-vlastnosti-a-informace/>>

(ANONYM, 2016 - 8), eAGRI - popis odrůd, [online], [cit. 2015 - 12 - 10]. Dostupné na:

< [http://eagri.cz/public/web/file/299559/Len\\_konopi\\_2014.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/299559/Len_konopi_2014.pdf)>

(ANONYM, 2016 - 9), konopné semínko, [online], [cit. 2015 - 12 - 15]. Dostupné na:

<[http://www.fish-ing.cz/krmeni-navnady-nastrahy/orechy-kukurice-partikl/konopne-seminko-1kg.html?utm\\_source=cz\\_heureka&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Orechy%2Ckukurice%2Cpartikl&utm\\_term=Konopne+seminko+1kg](http://www.fish-ing.cz/krmeni-navnady-nastrahy/orechy-kukurice-partikl/konopne-seminko-1kg.html?utm_source=cz_heureka&utm_medium=cpc&utm_campaign=Orechy%2Ckukurice%2Cpartikl&utm_term=Konopne+seminko+1kg)>

(ANONYM, 2016 - 10), vitamín, [online], [cit. 2016 - 1 - 10]. Dostupné na:

<<https://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn>>

(ANONYM, 2016 - 11), konopí jako krmivo není vhodné, [online], [cit. 2016 - 3 - 2].

Dostupné na: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/konopi-jako-krmivo-neni-vhodne>>

(ANONYM, 2016 - 12), konopný olej, [online], [cit. 2016 - 3 - 5]. Dostupné na:

< <http://www.masozravci.cz/home/123-konopny-olej-500-ml.html>>

(ANONYM, 2016 - 13), vybrané vlastnosti odrůd konopí setého, [online], [cit. 2016 - 2 - 25].

Dostupné na: <<http://docplayer.cz/14722272-Vybrane-vlastnosti-odrud-konopi-seteho-ing-marie-bjelkova-ph-d.html>>



(ANONYM, 2016 - 14), biomasa pro život, [online], [cit. 2016 - 2 - 25]. Dostupné na:  
<[http://www.hempoint.cz/media/filer\\_public/16/4f/164f13b3-ca1f-4085-ba90-cc2b66a5481a/konopi\\_pro\\_zivot\\_sestava\\_final.pdf](http://www.hempoint.cz/media/filer_public/16/4f/164f13b3-ca1f-4085-ba90-cc2b66a5481a/konopi_pro_zivot_sestava_final.pdf)>

(ANONYM, 2016 - 15), PetVet Konopný olej, [online], [cit. 2016 - 1 - 10]. Dostupné na:  
<<http://www.dromy.cz/128-konopn%C3%BD-olej-pro-psy-8594167540735.html>>

(ANONYM, 2016 - 16), PetVet Konopná vláknina, [online], [cit. 2016 - 1 - 10]. Dostupné na:  
<<http://www.petvet.cz/doplky-barf/konopna-vlaknina-900-g/>>

(ANONYM, 2016 - 17), Konopné otruby, [online], [cit. 2015 - 12 - 10]. Dostupné na:  
<<http://www.dromy.cz/91-konopn%C3%A9-otruby.html>>

PLÍŠTIL, D.: Využití technického konopí pro energetické účely. *Biom.cz* [online]. 2004-11-15 [cit. 2016 - 03 - 27]. Dostupný z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-technickeho-konopi-pro-energeticke-ucely>

ŠIROKÁ, M.: Konopí seté - energetická a průmyslová plodina třetího tisíciletí. *Biom.cz* [online], [online], [cit. 2016 - 03 - 27]. Dostupné na:  
<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/konopi-sete-energiticka-a-prumyslova-plodina-tretiho-tisicileti>>

(ANONYM, 2016 - 18), Minerální látky ve výživě drůbeže, [online], [cit. 2016 - 3 - 10]. Dostupné na:  
<[https://cs.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%A1ln%C3%AD\\_l%C3%A1tky\\_ve\\_v%C3%BD%C5%BEiv%C4%9B\\_dr%C5%AFbe%C5%BEe](https://cs.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%A1ln%C3%AD_l%C3%A1tky_ve_v%C3%BD%C5%BEiv%C4%9B_dr%C5%AFbe%C5%BEe)>

(ANONYM, 2016 - 19), Zemina jako důležitý zdroj železa pro koně, [online], [cit. 2016 - 3 - 16]. Dostupné na:  
<<http://www.equichannel.cz/konske-novinky-genetika-vladne-vyzkumu-i-u-koni>>

(ANONYM, 2016 - 20), Minerální látky ve výživě koní, [online], [cit. 2016 - 3 - 18]. Dostupné na:  
<<http://www.orling.cz/cs/clanky/o-artroze-a-zviratech/kloubni-vyziva-koni/mineralni-latky-ve-vyzive-koni.html?page=2>>

(ANONYM, 2016 - 21), Poruchy metabolismu vitamínů rozpustných v tucích, [online], [cit. 2016 - 2 - 10]. Dostupné na:

<<http://agropress.cz/poruchy-metabolismu-vitaminu-rozpustnych-v-tucich/>>

(ANONYM, 2016 - 22), Léčivé účinky konopí, [online], [cit. 2015 - 12 - 12]. Dostupné na:

<[www.ceduro.cz/file/25/lecebne-ucinky-konopi.pdf](http://www.ceduro.cz/file/25/lecebne-ucinky-konopi.pdf)>

(ANONYM, 2016 - 23), Botanika konopí, [online], [cit. 2016 - 1 - 19]. Dostupné na:

<<http://slideplayer.cz/slide/2538962/>>

HUFF, E. A.,(2013): 'Potted' pork: Pig farmers in legal marijuana states feeding leftover cannabis greens to animals, Tuesday, November 05, [online], [cit. 2015 - 12 - 12]. Dostupné na:

<[http://www.naturalnews.com/042777\\_potted\\_pork\\_pig\\_feed\\_cannabis\\_greens.html](http://www.naturalnews.com/042777_potted_pork_pig_feed_cannabis_greens.html)>

(ANONYM, 2016 - 24), Konopná mouka odtučněná, [online], [cit. 2016 - 3 - 14]. Dostupné na:

<<http://www.ukapraaparmy.cz/ukapraaparmy/eshop/7-1-Ingredience-do-krmeni-moucky/0/5/48093-Carp-Servis-Vaclavik-Konopna-mouka-odtucnena-400-g>>

(ANONYM, 2016 - 25), Konopná mouka bez tuku, [online], [cit. 2016 - 3 - 14]. Dostupné na:

<<http://www.nikl.cz/p136-konopna-mouka-bez-tuku.php>>

(ANONYM, 2016 - 26), Konopná mouka, [online], [cit. 2016 - 3 - 15]. Dostupné na:

<<http://www.kaloricketabulky.cz/konopna-mouka/>>

(ANONYM, 2016 - 27), Farmaceutické koncerny jako Pfizer či Eli Lilly prodávaly konopné produkty k léčbě jako první, [online], [cit. 2016 - 4 - 15]. Dostupné na:

<<http://www.spolek-kopac.cz/cz/21/novinka?id=106>>

(ANONYM, 2016 - 28), Konopné otruby, [online], [cit. 2016 - 4 - 10]. Dostupné na:

<<http://www.rajprokone.cz/konopne-otruby-20-kg>>

(ANONYM, 2016 - 29), Mléko z krav krmených konopnými semeny bylo označeno za bezpečné, [online], [cit. 2016 - 4 - 5]. Dostupné na:

<<http://farmazdravi.cz/cannabis-mleko-vyhlasene-krmeni-pro-kravy-ochranneho-charakteru/>>

(ANONYM, 2016 - 30), Konopí ve výživě jalovic, [online], [cit. 2016 - 4 - 15]. Dostupné na:

<<http://naschov.cz/konopi-ve-vyzive-jalovic/>>

(ANONYM, 2016 - 31), Semeno a olej - konopné semeno, [online], [cit. 2016 - 4 - 20].

Dostupné na:

< <http://www.konopa.cz/vyuziti/semeno-a-olej.html>>

(ANONYM, 2016 - 32), Základní typy krmiva pro poštovní holuby, [online], [cit. 2016 - 4 - 21]. Dostupné na:

<<http://www.holubar.sk/clanky/zakladne-typy-krmiva-pre-postove-holuby-c50.html>>

(ANONYM, 2016 - 33), Oleje ve výživě koní, [online], [cit. 2016 - 4 - 4]. Dostupné na:

<<http://www.nutrin-professional.com/clanky/Clanky/Oleje-ve-vyzive-koni>>

## **4.2. Zákony, vyhlášky, normy**

Zákon č. 167/ 1998 Sb. - Zákon o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů

Vyhláška č. 151/ 2005 Sb. - Vzory formulářů pro hlášení osob pěstujících mák setý nebo konopí a způsob vyplňování a nakládání s uvedenými formuláři

Zákon č. 219/ 2003 Sb. - Zákon o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby)

Stock Regulation 1988, Stock Act 1915, Current as at 1 July 2015, Queensland

