

Vědecký výbor výživy zvířat

**Významné látky obsažené v semenech konopí
a možné využití ve výživě zvířat a lidí**

prof. Ing. Milan Marounek, DrSc.,

prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc.

Praha, červen 2022



OBSAH

1.	Úvod.....	4
2.	Skupiny látek v konopí jsou tyto:.....	5
2.1.	Polysacharidy, rozpustné cukry a organické kyseliny	5
2.2.	Protein, vláknina, steroly.....	6
2.3.	Lipidy.....	6
2.4.	Tokoferoly konopí.....	6
3.	Využití konopí ve výživě a v medicíně	8
4.	Konopí ve výživě přežvýkavců	8
5.	Konopí ve výživě prasat.....	9
6.	Účinek konopí na bakterie	9
7.	Uplatnění konopí ve výživě nosnic	9
8.	Účinek konopí na pevnost kostí v pokuse s kohoutky.....	14
9.	Souhrn	19
10.	Seznam použitých a souvisejících pramenů	19

Seznam obrázků

Obrázek 1. Konopí seté (<i>cannabis sativa</i>)	4
Obrázek 2. Hlavní kanabinoidy	4
Obrázek 3. Významné fyziologické účinky kanabinoidů	5
Obrázek 4. Hlavní formy vitamínu E	6

Seznam tabulek

Tabulka 1. Vliv konopného semene na užitkovost nosnic	11
Tabulka 2. Parametry kvality vajec	12
Tabulka 3. Koncentrace vitaminů a karotenoidů v dietě *	13
Tabulka 4. Koncentrace vitaminů a karotenoidů ve žloutcích *	13
Tabulka 5. Shrnuje údaje o užitkovosti kohoutků	14
Tabulka 6. Koncentrace tokoferolů v dietě, hrudním mase a játrech kohoutků (mg/kg)..	15
Tabulka 7. Koncentrace mastných kyselin s 6. až 18. atomy C v hrudním mase kuřecích brojlerů (mg/100g)	16
Tabulka 8. Koncentrace mastných kyselin s 20. a více atomy C v hrudním mase kuřecích brojlerů (mg/100g)	17
Tabulka 9. Pevnost holenní kosti kuřecích brojlerů a obsah minerálií v kosti	18

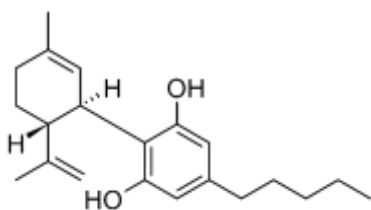
1. Úvod

Konopí seté (*Cannabis sativa*) se využívá jako olejnina a rostlina přadná, nově i v kosmetice a medicíně.

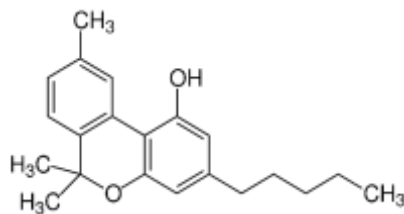


Obrázek 1. Konopí seté (*cannabis sativa*)

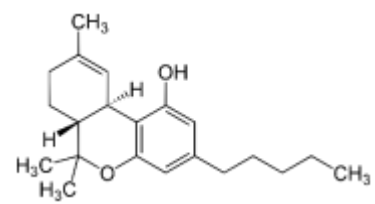
Fyziologicky účinné látky v konopí jsou kanabinoidy, což je skupina nejméně 100 terpenofenolů. Z nich hlavní jsou cannabidiol (kanabidiol) (CBD), cannabinol (kanabinol) (CBN) a Δ 9-tetrahydrokanabinol (THC). THC je hlavní psychoaktivní látkou nacházející se hlavně v květenství konopí. V konopí je také THCA (tetrahydrokanabinolová kyselina). Kanabinoidy se vyskytují i v jiných rostlinách jako je len, lékořice, rododendron.



kanabidiol



kanabinol



Δ 9-tetrahydrokanabinol

Obrázek 2. Hlavní kanabinoidy

Kanabinoidy mají mnoho účinků. Uvádí se, že snižují záněty, zpomalují růst nádorů, pomáhají při Parkinsonově a Alzheimerově nemoci, revmatoidní artritidě, brání nevolnosti a nucení k zvracení při chemoterapii, poskytují úlevu při bolesti a úzkosti. Kanabidiol (CBD) není psychoaktivní a působí jako inhibitor řady účinků THC.



* THC can produce opposing effects at different doses. Always start low and go slow.

Obrázek 3. Významné fyziologické účinky kanabinoidů. Obrázek byl převzat z Google

2. Skupiny látek v konopí jsou tyto:

2.1. Polysacharidy, rozpustné cukry a organické kyseliny

Viswanathan a kol. (2020) na základě analýzy 5-ti genotypů konopí uvádějí obsah glukánů 32,6-44,5 %, obsah xylanů 10,6-15,5%. Hlavními rozpustnými sacharidy u 8-mi

dalších genotypů byla sacharóza a rafinosa, doprovázené kyselinou ferulovou, syringovou, citronovou a šťavelovou (**Alonso-Esteban a kol. 2021**).

2.2. Protein, vláknina, steroly

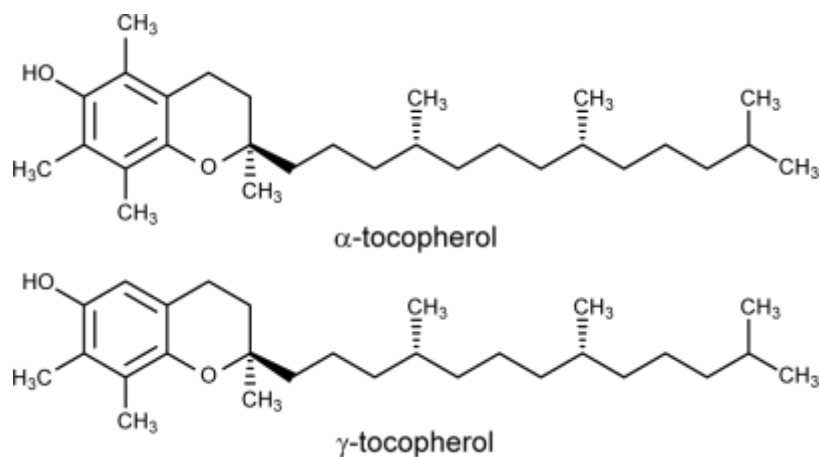
Lancaricova a kol. (2021) uvádí u konopí pěstovaného na Slovensku obsah vlákniny 36,1 % a proteinu 24,7 %. **Teleszko a kol. (2022)** poznamenávají, že podle profilu aminokyselin má protein konopí podobnou hodnotu jako protein vaječ. Hlavním steroidem je sitosterol (793 mg/kg), následovaný kampesterolem. **Marzocchi a Caboni (2020)** jako třetí fytosterol uvádí stigmasterol.

2.3. Lipidy

Banskota a kol. (2022) zjistili, že výlisky konopí po extrakci hexanem mají 13,1 % lipidů a slupky konopí 17,5 % lipidů. Bez extrakce je obsah tuku ve výliscích vyšší – 16,4 % (**Silversides a Lefrancois, 2005**). Lipidy konopí jsou hlavně triacylglyceroly, v nichž hlavními mastnými kyselinami je kyselina linolová – 55 %, alfa-linolenová – 18 % (**Banskota a kol., (2022)**), následované kyselinou palmitovou, olejovou a stearovou (**Piovesana a kol., 2021**).

2.4. Tokoferoly konopí

Kriese a kol. (2004) analyzovali semena 51 genotypů konopí v r. 2000 a 2001. Obsah tuku v semenech byl 26,3 – 37,5 %. Hlavním tokoferolem byl gama-tokoferol ($21,7 \pm 3,19$ mg/100 g), následovaný alfa-tokoferolem ($1,82 \pm 0,49$ mg/100 g), delta-tokoferolem ($1,20 \pm 0,40$ mg/100 g) a beta-tokoferolem ($0,18 \pm 0,07$ mg/100 g).



Obrázek 4. Hlavní formy vitamínu E

γ -tokoferol představuje asi 70 % vitamínu E v severoamerické dietě. Oproti α -tokoferolu je účinnější proti reaktivním formám dusíku (oxid dusičitý a peroxynitrit). Tyto jsou v kouři vozidel a cigaretovém kouři. γ -tokoferol také inhibuje cyklooxygenasu-2, která působí při zánětech. γ -tokoferol v severní Americe převládá v důsledku vysoké spotřeby sojového oleje. Tím, že má o jednu metylovou skupinu méně je méně lipofilní. Zatímco γ -tokoferol lépe detoxikuje oxidy dusíku, α -tokoferol zase lépe vycytává volné radikály. Jsou-li podány oba tokoferoly současně, pak γ -tokoferolu se organismus zbavuje rychleji.

Oomah a kol. (2002) extrahovali konopný olej po ošetření mikrovlnami. Mikrovlnné ošetření zvýšilo výtěžek oleje, obsah beta-tokoferolu, karotenoidů a dalších pigmentů v oleji. Gama-tokoferol (hlavní z tokoferolů) a profil mastných kyselin v oleji nebyly ovlivněny. Mikrovlnné ošetření zvýšilo oxidační stabilitu oleje z konopí.

Blasi a kol. (2022) podrobnými analýzami italských a mimoevropských konopných olejů došli k závěru, že stanovením minoritních složek olejů lze zjistit jejich původ. Nezávisle na původu byl gama-tokoferol hlavním tokoferolem. Dalšími sloučeninami v konopných olejích jsou karotenoidy, které jsou jednak provitaminy A, a rovněž antioxidanty. Zelená barva konopných olejů je dána obsahem chlorofylu. Chlorofyl je náchylný k foto-oxidaci, tím se stabilita konopných olejů snižuje. Hlavními fytosteroly v konopí jsou beta-sitosterol, následovaný kampesterolem a stigmasterolem. V malém množství je přítomen cholesterol, což je typický živočišný sterol. Steroly jsou doprovázeny stanoly, to jsou

redukované steroly, které neobsahují dvojné vazby. V konopných olejích jsou i alifatické alkoholy (až 0,1 g/kg).

3. Využití konopí ve výživě a v medicíně

Legálně lze pěstovat a využívat odrůdy konopí registrované v evropském katalogu zemědělských plodin (EU Common Catalogue of Agricultural Plant Species), tehdy je-li obsah psychotropního 9-tetrahydrokanabinolu (THC) nižší než 0,2 – 0,3 %. Epidiolex, je roztok kanabidiolu k léčbě dětské epilepsie (**Newton a Newton, 2020**). Kanabidiol a jeho kombinace s THC umožní léčbu těžkých psychiatrických a neurologických onemocnění. Konopí obsahuje kanabinoidy, které snižují psychické napětí, působí antiepilepticky a uvolňují křeče hladkých svalů. Velkou pozornost mezi kanabinoidy zaslouží kanabidiol za svůj terapeutický účinek při psychózách a úzkostných stavech, které předchází sebevražedným pohnutkám (Moazen-Zadeh a Galynker, 2021). Konopí je také zdrojem esenciálních aminokyselin, polynenasycených mastných kyselin, minerálů vlákniny a antioxidantů.

4. Konopí ve výživě přežvýkavců

Konopí má vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin řady n-3, je proto předpoklad pro lepší profil mastných kyselin v mléce a vyšší obsah konjugované kyseliny linolové (**Bailoni a kol., 2021**). Možnosti využití konopí ve výživě dojníc zatím nebyla věnována potřebná pozornost, ani použití celých rostlin jako píče. Tyto nedostatky by se měly odstranit, protože obsah proteinu, profil aminokyselin a obsah proteinu, který odolá bachorové degradaci, dává možnost využití konopí u přežvýkavců.

Vedlejším produktem při zpracování konopí je konopná moučka (hemp meal). **Mustafa a kol., (1999)** srovnali stravitelnost sušiny a proteinu konopné moučky a řepkových pokrutin, jednak in vitro pepsinem + pankreatinem, jednak in vivo na jehňatech. Z výsledků vyplývá, že konopná moučka je výborný zdroj proteinu odolávajícího bachorové degradaci, dobře využívaného v tenkém střevu. Až do množství 200 g/kg nemá vliv na příjem krmiva a stravitelnost živin v trávicím traktu.

5. Konopí ve výživě prasat

Ve výživě prasat našlo konopí uplatnění hlavně u selat. Konopí je zdroj kyseliny stearidonové (C 18:4, n-3), která je změněna na polynenasycené mastné kyseliny řady n-3, konkrétně C 20:5, C 22:5, významné pro post-natální vývoj a imunitu. **Vodolazska a kol., (2020)** měřili koncentrace těchto kyselin v plasmě selat přijímajících mléko od prasnic, v jejichž dietě byl konopný olej v množství 5%. U těchto selat byla vyšší tělesná hmotnost v 1. týdnu života, vyšší koncentrace glukosy a IgG v plasmě.

6. Účinek konopí na bakterie

Antibakteriální účinky jsou u rostlin běžné. **Vispute a kol. (2019)** zjistili účinky konopí a kopru u brojlerových kuřat ve srovnání s antibiotikem bacitracinem. Použité látky s antimikrobiální aktivitou neměly vliv na užitkovost, příjem krmiva a konverzi. Koncentrace lipidů v séru – triglyceridů a cholesterolu byla v pokusných skupinách snížena, ne však sérový protein. Vlivu konopí lze přičíst nižší počty koliformních bakterií v jejunu a slepých střevech, naopak vyšší počty laktobacilů.

Extrakt konopí jevil antibakteriální aktivitu vůči *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* a *Enterococcus faecalis* (**Alonso-Esteban a kol. 2022**). **Konieczka a kol. (2020)** doporučují použití kanabidiolu při infekci kuřat bakterií *Clostridium perfringens*.

7. Uplatnění konopí ve výživě nosnic

Největší uplatnění našlo konopí ve výživě drůbeže, nosnic i kuřecích brojlerů. Příkladem může být práce, kterou v Poultry Science publikovali **Gakhar a kol. (2012)**. V pokusných dietách nosnic bylo semeno konopí (HS) v množství 10 nebo 20 %, či olej ze semen konopí připravený v množství 4, 8 nebo 12 %. Užitkovost nosnic, tj. denní produkce vajec či hmotnost nosnic na konci pokusu, nebyly dietou ovlivněny. Semeno konopí i konopný olej zvýšily obsah n-3 polynenasycených mastných kyselin v lipidech žloutku, zejména

kyseliny dokosahexanové (C 22:6). Současně se snížila exprese jaterních desaturas. Oba konopné produkty zvýšily obsah n-3 polynenasycených mastných kyselin ve vejcích.

Uvádí se, že vejce s vyšším obsahem n-3 polynenasycených mastných kyselin, které jsou náchylné k oxidaci, mohou mít horší sensorické parametry. **Goldberg a kol. (2012)** zjistili vliv konopného semene a oleje na sensorické parametry vajec. Vlivem obou konopných produktů se změnila barevnost žloutku (snížení světlosti a vzrůst červeného odstínu), další sensorické parametry ale ovlivněny nebyly.

Neijat a kol. (2016) zjišťovali jak konopné semeno či olej změnil profil mastných kyselin v lipidech žloutku. Konopné semeno (HS) bylo v dietě nosnic v množství 10, 20 a 30 %, konopný olej byl přidáván v množství 4, 5 či 9 %. Doba pokusu byla 12 týdnů. Došlo k zvýšení obsahu n-3 polynenasycených mastných kyselin v lipidech žloutku, kyseliny alfa-linolenové 12x, kyseliny dokosahexaenové 2 až 3 x. K snížení poměru n-6/n-3 kyselin došlo za čtyři týdny pokusu.

Silversides a Lefrancois (2005) zkrmovali 4 týdny nosnicím pokrutiny konopí získané lisováním oleje za studena. Výlisky obsahovaly protein (307 g/kg) a tuk (164 g/kg) s vysokým obsahem kyseliny linolové, linolenové a olejové. V dietách nosnic byly v množství 0, 50, 100 a 200 g/kg. Příjem krmiva ani užitkovost nosnic nebyly ovlivněny, lipidy vajec však obsahovaly více kyseliny linolové, linolenové a méně kyseliny palmitové.

Yaman a kol. (2020) použili u slepic dietu s 18 % proteinu a obsahem metabolické energie 12,1 MJ/kg. Užitkovost, ale i kvalita vajec byla lepší u slepic vzniklých křížením než u těch původního (místního) genotypu. Původním účelem křížení bylo zvýšit odolnost drůbeže vůči endemickým onemocněním.

Shahid a kol. (2015) zjišťovali vliv konopného semene v dietě nosnic na cholesterol a mastné kyseliny lipidů žloutku. Konopné semeno bylo v dietě nosnic v množství 0, 15, 20 a 25 %. Doba pokusu byla 3 týdny. Při nejvyšší koncentraci konopí (HS 25) došlo ke snížení obsahu cholesterolu, kyseliny myristové, palmitové a stearové. Klesl i obsah mononenasycených mastných kyselin, naopak vzrostl podíl kyselin polynenasycených, jak řady n-3, tak i n-6.

Konopné semeno bylo zkoušeno i u Japonských křepelek. **Yalcin a kol. (2018)** testovali vliv přidavku konopného semene v množství 0, 5, 10 a 20 % diety po dobu 5 nebo 6 týdnů. U pokusných skupin (á 10 křepelek) došlo ke snížení ztráty masa při vaření, zvýšila se červenost masa, zvýšil se obsah kyselin linolové a linolenové a snížil obsah mononenasycených mastných kyselin olejové a kyseliny palmitové.

Halle a Schone (2013) srovnávali výlisky řepky, lněného a konopného semene ve výživě nosnic. Výlisky byly v množství 5, 10 a 15 % přidány do diety nosnic 6 měsíců. Při vyšším dávkování (15 %) byla snížena užitkovost (produkce hmoty vajec a konverse krmiva). Užitkovost byla nižší u lněného než u konopného semene. U všech třech výlisků byl zjištěn nižší podíl hmotnosti žloutku vajec a vyšší podíl bílku. Rovněž zastoupení nasycených a mononenasycených mastných kyselin se měnilo ve prospěch kyselin polynenasycených.

Skřivan a kol. (2019) zjistili vliv konopného semene v dietě nosnic při přidavku 30, 60 a 90 g/kg diety. Při přidavku konopného semene 30 g/kg byla významně vyšší denní produkce vajec a hmotnost vajec (za den na 1 nosnici), aniž by byl zvýšen příjem krmiva (Tab. 1). Při této koncentraci konopného semene v dietě se měnilo zbarvení žloutku, zvýšila se červenost (a) i žlutost (b). Oba parametry barvy se ale snížily při vyšším obsahu konopného semene. Při všech přidavcích konopného semene se snížil obsah cholesterolu ve žloutku (Tab. 2). Je zmíněno i zvýšení pevnosti holenní kosti.

Tabulka 1. Vliv konopného semene na užitkovost nosnic

Konopné semeno (g/kg)	0	30	60	90	SEM	P
Denní produkce vajec (%)	88,7 ^b	93,6 ^a	86,4 ^b	89,3 ^{ab}	0,59	< 0,001
Hmotnost vajec (g)	63,6 ^c	64,6 ^{ab}	65,0 ^a	64,6 ^b	0,07	< 0,001
Produkce vajec (g/den)	56,4 ^b	60,5 ^a	56,1 ^b	57,5 ^b	0,39	< 0,001
Příjem krmiva (g)	127,4 ^{ab}	132,3 ^a	125,3 ^b	124,3 ^b	0,75	< 0,001

Příjem krmiva (g/vejce)	144,4	141,6	145,2	140,1	1,08	NS
Konverze krmiva	2,27	2,19	2,24	2,17	0,016	NS

* Převzato z Skřivan a kol. (2019)

^{a-c} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

Tabulka 2. Parametry kvality vajec

Konopné semeno (g/kg)	0	30	60	90	SEM	P
Haughovy jednotky	80,7	80,1	81,8	81,6	0,38	NS
Podíl bílku (%)	63,5	63,3	63,6	63,5	0,12	NS
Podíl žloutku (%)	26,2	26,4	26,2	26,3	0,11	NS
Podíl skořápky (%)	10,3	10,2	10,2	10,1	0,04	NS
Tloušťka skořápky (μm)	363 ^a	357 ^{ab}	357 ^{ab}	350 ^b	1,5	0,036
Pevnost skořápky (g/cm ²)	4195	4128	4126	4377	42,3	NS
Barva žloutku (DSM)	3,76 ^b	3,86 ^b	4,06 ^a	3,81 ^b	0,035	0,022
Červenost žloutku (a)	2,09 ^b	2,42 ^a	2,27 ^{ab}	1,60 ^c	0,059	< 0,001

Žlutost žloutku (b)	40,2 ^b	41,7 ^a	41,8 ^a	39,1 ^b	0,21	< 0,001
Obsah cholesterolu (g/kg)	12,2 ^a	10,8 ^b	10,7 ^b	10,6 ^b	0,17	< 0,001

* Převzato z Skřivan a kol. (2019)

^{a-c} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

Obsah gama-tokoferolu v konopném semenu je téměř 20x vyšší než obsah alfa-tokoferolu. Konopné semeno je i zdrojem dalších karotenoidů (Tab. 3). Zařazením konopného semene do diety nosnic se významně zvýšil obsah obou tokoferolů ve žloutku (Tab. 4).

Tabulka 3. Koncentrace vitaminů a karotenoidů v dietě *

Konopné semeno (g/kg)	0	30	60	90	Konopné semeno
α-tokoferol (mg/kg)	14,1	18,8	17,6	20,3	11,7
γ-tokoferol (mg/kg)	8,8	15,0	17,6	25,2	211,7
β-karoten (mg/kg)	0,028	0,054	0,058	0,063	0,299
Lutein (mg/kg)	0,89	1,03	1,38	1,43	7,61
Zeaxanthin (mg/kg)	0,52	0,65	0,88	0,92	399

* Převzato z práce Skřivan a kol. (2019)

Tabulka 4. Koncentrace vitaminů a karotenoidů ve žloutcích *

Konopné semeno (g/kg)	0	30	60	90	SEM	P
α -tokoferol (mg/kg)	82,9 ^b	94,0 ^{ab}	101,0 ^a	86,0 ^b	2,01	0,002
γ -tokoferol (mg/kg)	11,3 ^c	29,0 ^b	38,6 ^a	43,3 ^a	2,32	< 0,001
β -karoten (mg/kg)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Lutein (mg/kg)	7,39	7,32	7,64	6,93	0,129	NS
Zeaxanthin (mg/kg)	3,57	3,48	3,57	3,32	0,063	NS

DM – dry matter

* Převzato z Skřivan a kol. (2019)

^{a-c} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

8. Účinek konopí na pevnost kostí v pokuse s kohoutky

Tvorba kostní hmoty i její ztráta (při osteoporose) je předmětem značného zájmu. **Raphael-Mizrahi a Gabet (2020)** popisují endokannabinoidní systém, který tvoří endogenní ligandy, receptory a enzymy. Kanabinoidní receptory CB1 a CB2 jsou v kostech a regulují kostní homeostasu. V pokusech s potkany bylo zjištěno, že kanabidiol (CBD) podporuje uzdravení kostních zlomenin. Endokannabinoidní systém chrání před ztrátou kostní hmoty. Je prokázáno, že kanabidiol podporuje zdravý a metabolismus kostí, zatímco delta 9-tetrahydrokanabinol obsažený v marihuaně má opačný (negativní) účinek. Lidé užívající marihuanu mají nižší hustotu kostní hmoty a vyšší riziko zlomenin. Přetrvává řada nejasností a je nutnost řada dalších klinických studií.

Skřivan a kol. (2020) popisují účinek semen konopí a lnu u kohoutků. Do diet kohoutků bylo přidáno extrudované lněné semeno (0 a 60 g/kg) a semeno konopí (0, 30, 40 a 50 g/kg). Diety s příjmem ad libitum trvaly 35 dnů.

Tabulka 5. Shrnuje údaje o užítkovosti kohoutků

Konopné semeno (g/kg)	0	0	40	30	40	50	SEM	P
Lněné semeno (g/kg)	0	60	0	60	60	60		
Hmotnost 1. den (g)	43,2	43,3	43,3	43,4	43,2	43,3	0,10	NS
Hmotnost 14. den (g)	418 ^c	400 ^d	427 ^c	495 ^{ab}	511 ^a	491 ^b	10,9	< 0,001
Hmotnost 35. den (g)	2145 ^d	2254 ^c	2174 ^{cd}	2417 ^{ab}	2493 ^a	2375 ^b	31,7	< 0,001
Příjem krmiva celkový	89,5 ^b	94,5 ^b	91,0 ^b	100,6 ^a	102,5 ^a	100,2 ^a	2,30	< 0,05
Konverze krmiva (kg/kg)	1,52	1,51	1,50	1,50	1,51	1,51	0,030	NS
Mortalita (%)	3	2	1	2	2	2	0,40	NS

* Převzato z Skřivan a kol. (2020), ^{a-d} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné. Nejvyšší tělesná hmotnost (2493 g) a nejnižší poměr n-6/n-3 PUFA v hrudním mase byly pozorovány u kohoutků s krmivem 60 g lněného a 40 g konopného semen v 1 kg (1,75). Hmotnost kohoutků krmených kombinací obou semen byla vyšší než při použití pouze semen konopí. Obsah tokoferolů nebyl dietami ovlivněn v mase, bylo ale zjištěno, že obsah alfa-tokoferolu v játrech se zvýšil. Důležitým poznatkem bylo zjištění, že konopné semeno zvýšilo pevnost kostí, protože zlomeniny kostí jsou u drůbeže časté.

Tabulka 6. Koncentrace tokoferolů v dietě, hrudním mase a játrech kohoutků (mg/kg)

Konopné semeno (g/kg)	0	0	40	30	40	50	SEM	P
Lněné semeno (g/kg)	0	0	60	0	60	60		
Dieta								
α-tokoferol	55.5	52.0	54.5	53.4	53.9	53.1		

γ-tokoferol	15.8	15.1	21.5	18.6	18.7	19.0		
Hrudní maso								
α-tokoferol	3.85	3.51	3.68	4.06	3.66	3.90	0.146	NS
γ-tokoferol	0.29	0.31	0.41	0.39	0.37	0.41	0.016	NS
Játra								
α-tokoferol	15.0 ^{abc}	12.6 ^{bc}	10.0 ^c	16.0 ^{ab}	18.6 ^a	19.6 ^a	0.99	0.017
γ-tokoferol	1.01 ^{ab}	0.77 ^b	0.75 ^b	0.87 ^b	1.10 ^{ab}	1.31 ^a	0.061	0.028

* Převzato z Skřivan a kol. (2020)

^{a-c} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

Tabulka 7. Koncentrace mastných kyselin s 6. až 18. atomy C v hrudním mase kuřecích brojlerů (mg/100g)

Konopné semeno (g/kg)	0	0	40	30	40	50	SEM	P
Lněné semeno (g/kg)	0	60	0	60	60	60		
C 6:0	0.051 ^{bc}	0.0462 ^{ab}	0.066 ^a	0.066 ^a	0.057 ^{ab}	0.042 ^c	0.0026	0.011
C 8:0	0.175 ^{ab}	0.246 ^a	0.088 ^c	0.092 ^c	0.117 ^{bc}	0.108 ^{bc}	0.0163	0.007
C 10:0	0.198	0.139	0.112	0.095	0.099	0.119	0.0116	NS
C 12:0	0.768	0.762	0.769	0.737	0.591	0.545	0.0410	NS
C 13:0	0.096	0.107	0.094	0.095	0.074	0.069	0.0066	NS
C 14:0	6.92	4.93	6.10	6.97	4.58	5.86	0.310	NS
C 14:1 n-5	1.698 ^a	0.806 ^{bc}	1.154 ^b	0.818 ^{bc}	0.575 ^c	1.066 ^b	0.1003	0.003

C 15:0	1.452	1.054	1.293	1.358	0.972	0.980	0.0748	NS
C 16:0	269	207	265	243	200	242	10.7	NS
C 16:1 n-7	48.5 ^a	26.4 ^{cd}	40.3 ^{ab}	32.3 ^{bc}	17.6 ^d	30.4 ^{bc}	2.80	0.004
C 17:0	1.66	1.55	1.91	1.96	1.42	1.50	0.103	NS
C 18:0	95.8	88.0	105.1	93.4	87.9	96.8	3.62	NS
C 18:1 n-9	445 ^a	260 ^{cd}	366 ^{ab}	359 ^{abc}	229 ^d	320 ^{bc}	21.0	0.010
C 18:1 n-7	35.3	26.9	32.1	27.9	21.8	25.9	1.54	NS
C 18:2 n-6 t	0.181 ^a	0.098 ^b	0.167 ^a	0.093 ^b	0.107 ^b	0.111 ^b	0.0097	0.003
C 18:2 n-6	231	177	261	243	196	211	10.7	NS
C 18:3 n-6	4.17	3.54	5.10	5.18	4.33	4.20	0.217	NS
C 18:3 n-3	63.6	53.8	59.4	63.9	77.5	68.9	3.3	NS
C 18:2 (9,11)	1.200	0.896	1.442	1.396	1.343	1.641	0.0820	NS
C 18:2 (10,12)	0.062 ^b	0.056 ^b	0.097 ^a	0.054 ^b	0.075 ^b	0.051 ^b	0.0048	0.011

* Převzato z Skřivan a kol. (2020)

^{a-d} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

Tabulka 8. Koncentrace mastných kyselin s 20. a více atomy C v hrudním mase kuřecích brojlerů (mg/100g). Pokračování Tabulky 7.

Konopné semeno (g/kg)	0	0	40	30	40	50	SEM	P
Lněné semeno (g/kg)	0	60	0	60	60	60		
C 20:0	4.23	4.41	3.79	4.55	4.75	3.59	0.146	NS
C 20:1 n-9	6.86 ^a	3.74 ^{cd}	6.05 ^{ab}	5.07 ^{bc}	3.26 ^d	3.96 ^{cd}	0.355	0.001
C 20:2 n-6	5.65 ^b	4.98 ^b	7.48 ^a	5.32 ^b	6.29 ^{ab}	5.57 ^b	0.294	NS
C 21:0	0.480	0.448	0.518	0.441	0.388	0.432	0.0184	NS
C 20:3 n-6	6.48 ^b	5.68 ^b	8.68 ^a	5.64 ^b	6.88 ^b	6.09 ^b	0.326	0.035
C 20:4 n-6	27.8 ^{bc}	25.5 ^{bcd}	35.4 ^a	21.7 ^d	30.3 ^{ab}	22.4 ^{cd}	1.43	0.019
C 20:3 n-3	2.15 ^c	4.36 ^b	2.90 ^c	4.33 ^{bc}	6.20 ^a	4.92 ^{ab}	0.358	<0.001
C 20:4 n-3	0.666 ^{bc}	0.900 ^a	0.803 ^{ab}	0.574 ^c	0.904 ^a	0.642 ^{bc}	0.0414	0.050

C 22:0	0.153 ^d	0.225 ^{cd}	0.344 ^b	0.260 ^c	0.422 ^{ab}	0.448 ^a	0.0280	<0.001
C 20:5 n-3	5.34 ^d	12.11 ^a	5.72 ^d	9.25 ^c	11.86 ^{ab}	9.33 ^b	0.733	0.002
C 22:1 n-9	0.264 ^b	0.265 ^b	0.511 ^a	0.401 ^{ab}	0.414 ^a	0.394 ^{ab}	0.0265	0.021
C 23:0	0.154 ^{bc}	0.140 ^c	0.213 ^{ab}	0.224 ^a	0.153 ^{bc}	0.111 ^c	0.0119	0.012
C 24:0	0.266 ^b	0.163 ^c	0.339 ^{ab}	0.263 ^b	0.419 ^a	0.408 ^a	0.0253	0.003
C 22:5 n-3	11.3 ^c	22.1 ^b	14.1 ^c	18.4 ^b	26.5 ^a	19.3 ^b	1.33	<0.001
C 24:1 n-9	0.114 ^{bc}	0.147 ^b	0.100 ^c	0.204 ^a	0.119 ^{bc}	0.090 ^c	0.0107	0.003
C 22:6 n-3	5.67 ^d	12.91 ^{abc}	10.43 ^{bcd}	12.33 ^{abc}	16.36 ^a	10.38 ^{cd}	0.960	0.013
SFA	381	309	386	353	302	353	14.6	NS
MUFA	538 ^a	318 ^{cd}	446 ^{ab}	426 ^{abc}	273 ^d	382 ^{bcd}	25.5	0.011
PUFA	365	324	413	392	385	365	15.3	NS
n-3	88.7 ^c	106.2 ^{bc}	93.4 ^{bc}	108.8 ^{bc}	139.3 ^a	113.4 ^{ab}	5.80	0.011
n-6	275	217	318	281	244	250	12.3	NS
n-6/n-3	3.11 ^b	2.03 ^d	3.41 ^a	2.58 ^c	1.75 ^e	2.21 ^d	0.144	<0.001

* Převzato z Skřivan a kol. (2020)

^{a-d} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

Tabulka 9. Pevnost holenní kosti kuřecích brojlerů a obsah minerálií v kosti

Konopné semeno (g/kg)	0	0	40	30	40	50	SEM	P
Lněné semeno (g/kg)	0	60	0	60	60	60		
Síla lomu (N)	297.3 ^b	304.6 ^{ab}	346.3 ^a	339.0 ^{ab}	359.2 ^a	358.3 ^a	8.62	<0.001
Obsah popela (g/kg)	486.4	481.7	478.6	472.9	485.8	469.1	2.15	NS
Vápník (g/kg popela)	375	369	377	363	364	369	2.1	NS
Fosfor (g/kg popela)	178	179	179	177	178	177	0.5	NS
Hořčík (g/kg popela)	8.62	8.76	8.91	8.75	9.00	9.32	0.093	NS

* Převzato z Skřivan a kol. (2020)

^{a-b} Hodnoty v řádce s různými indexy jsou významně rozdílné

9. Souhrn

Konopí seté (*Cannabis sativa*) je rostlina s celosvětovým rozšířením, původně pěstovaná jako olejní a rostlina přadná. Konopí obsahuje kanabinoidy, fyziologicky účinné látky, které našly uplatnění ve výživě a medicíně. Studie shrnuje základní poznatky o skupinách látek v konopí a o využití konopí ve výživě hlavních druhů hospodářských zvířat. Největší uplatnění našlo konopí ve výživě drůbeže. Semena konopí a konopný olej mají vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin řady n-3 a γ -tokoferolu. Zařazením konopí do krmiva nosnic se zvýšila produkce vajec, obsah γ -tokoferolu ve vejcích a snížil se obsah cholesterolu ve žloutku. V navazujícím pokuse s kohoutky byla v krmivu semena konopí kombinována se semeny lnu. S krmivem obsahujícím 40 g/kg konopného semene a 60 g/kg semene lnu byla dosažena nejvyšší hmotnost kohoutků a nejnižší poměr polynenasycených mastných kyselin n-6/n-3. V obou pokusech bylo zjištěno, že přídavek konopí do krmiva zvýšil pevnost kostí, což je poznatek s velkým praktickým významem.

10. Seznam použitých a souvisejících pramenů

- Alonso-Esteban, J.I., Pinela, J., Ciric, A., Calhelha, R.C., Sokovic, M., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Torija-Isasa, E., Sanchez-Mata, M.D. Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry* 374, 131754, 2022.
- Bailoni, L. Bacchin, E., Trocino, A., Arango, S. Hemp (*Cannabis sativa* L.) seed and co-products inclusion in diets for dairy ruminants: A Review. *Animals* 11(3), 856, 2021.
- Banskota, A.H., Jones, A., Hui, J.P.M., Stefanova, R. Triacylglycerols and other lipids profiling of hemp by-products. *Molecules* 27(7), 2339, 2022.
- Blasi, F., Tringaniello, C., Verducci, G., Cossignani, L. Bioactive minor components of Italian and extra-European hemp seed oils. *LWT* 158, 113167, 2022.

- Cerino, P., Buonerba, C., Cannazza, G., D'Auria, J., Ottoni, E., Fulgione, A., Di Stasio, A., Pierri, B., Gallo, A. A review of hemp as food and nutritional supplement. *Cannabis and Cannabinoid Research* 6(1), 19-27, 2021.
- Gakhar, N., Goldberg, E., Jing, M., Gibson, R., House, J.D. Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil on laying hen performance and egg yolk fatty acid content: Evidence of their safety and efficacy for laying hen diets. *Poultry Science* 91(3), 701-711, 2012.
- Goldberg, E.M., Gakhar, N., Ryland, D., Aliani, M., Gibson, R.A., House, J.D. Fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs from laying hens fed hempseed and hempseed oil. *Journal of Food Science* 77(4), S153-S160, 2012.
- Grigoryev, S.V., Illarionova, K.V., Shelenga, T.V. Hempseeds (*Cannabis* spp.) as a source of functional food ingredients, prebiotics and phytosterols. *Agricultural and Food Science* 29(5), 460-470, 2020.
- Halle, I., Schone, F. Influence of rapeseed cake, linseed cake and hemp seed cake on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. *Journal of Consumer Protection and Food Safety* 8(3), 185-193, 2013.
- Heath, D.M., Koslosky, E.J., Bartush, K.C., Hogue, G.D. Marijuana in orthopaedics: Effect on bone health, wound-healing, surgical complications, and pain management. *JBJS Reviews* 10, article no: e 21.00184, 2022.
- Konieczka, P., Szkopek, D., Kinsner, M., Fotschki, B., Juskiewicz, J., Banach, J. Cannabis-derived cannabidiol and nanoselenium improve gut barrier function and affect bacterial enzyme activity in chickens subjected to *C. perfringens* challenge. *Veterinary Research* 51(1), 141, 2020.
- Kralovanszky, U.P. Marthschill, J. Data of the composition and use value of hemp seed. *Novenytermeles.* 43(5), 439-446, 1994.
- Kriese, U., Schumann, E., Weber, W.E., Beyer, M., Bruhl, L., Matthaus, B. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica* 137(3), 339-351, 2004.

- Lancaricova, A., Kuzmiakova, B., Porvaz, P., Havrlentova, M., Nemecek, P., Kraic, J. Nutritional quality of hemp seeds (*Cannabis saliva* L.) in different environments. *Journal of Central European Agriculture*. 22(4), 748-761, 2021.
- Marzocchi, S., Caboni, M.F. Effect of harvesting time on hemp (*Cannabis Sativa* L.) seed oil lipid composition. *Italian Journal of Food Science* 32(4), 1018-1029, 2020.
- Matthaus, B., Bruhl, L. Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110(7), 655-661, 2008.
- Moazen-Zadeh, E., Galynker, I.I. Suicidality and cannabidiol: Opportunities and challenges. *Current Neuropharmacology* 19, 733-735, 2021.
- Mustafa, A.F., McKinnon, J.J., Christensen, D.A. The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Canadian Journal of Animal Science* 79(1), 91-95, 1999.
- Neijat, M., Suh, M., Neufeld, J., House, J.D. Hempseed products fed to hens effectively increased n-3 polyunsaturated fatty acids in total lipids, triacylglycerol and phospholipid of egg yolk. *Lipids* 51(5), 601-614, 2016.
- Newton, M., Newton, D.W. Cannabidiol or CBD oil: help, hope, and hype for psychiatric and neurologic conditions. *Journal of the American Psychiatric Nurses Association* 26(5), 447-457, 2020.
- Piovesana, S., Aita, S.E., Cannazza, G., Capriotti, A.L., Cavaliere, C., Cerrato, A., Montone, C.M., Lagana, A. In-depth cannabis fatty acid profiling by ultra-high performance liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry. *Talanta* 228, 122249, 2021.
- Oomah, D., Busson, M., Godfrey, V., Drover, J.C.G. Characteristic of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chemistry* 76, 33-43, 2002.
- Radu, S., Robu, T. Effects and efficiency of dietary hemp seed and flaxseed oils on the human metabolic function. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 15(1), 326-331, 2014.

- Raphael-Mizrahi, B (Raphael-Mizrahi, Bitya) [1]; Gabet, Y (Gabet, Yankel) [1] The Cannabinoids Effect on Bone Formation and Bone Healing. *Current Osteoporosis Reports* 18(5), 433-438, 2020.
- Shahid, S., Chand, N., Khan, R.U., Suhail, S.M., Khan, N.A. 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* 2015, 362936, 2015.
- Silversides, F.G., Lefrancois, M.R. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. *British Poultry Science* 46(2), 231-235, 2005.
- Skrivan, M., Englmaierova, M., Taubner, T., Skrivanova, E. Effects of dietary hemp seed and flaxseed on growth performance, meat fatty acid compositions, liver tocopherol concentration and bone strength of cockerels. *Animals* 10(3), 458, 2020.
- Skrivan, M., Englmaierova, M., Vít, T., Skrivanova, E. Hempseed increases gamma-tocopherol in egg yolks and the breaking strength of tibias in laying hens. *Plos One*, article no. e021509, May 2019.
- Teleszko, M., Zajac, A., Rusak, T. Hemp seeds of the polish 'Bialobrzeskies' and 'Henola' Varieties (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) as prospective plant sources for food production. *Molecules* 27(4), 1448, 2022.
- Vispute, M.M., Sharma, D., Mandal, A.B., Rokade, J.J., Tyagi, P.K., Yadav, A.S. Effect of dietary supplementation of hemp (*Cannabis sativa*) and dill seed (*Anethum graveolens*) on performance, serum biochemicals and gut health of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 103(2), 525-533, 2019.
- Viswanathan, M.B., Park, K., Cheng, M.H., Cahoon, E.B., Dweikat, I., Clemente, T., Singh, V. Variability in structural carbohydrates, lipid composition, and cellulosic sugar production from industrial hemp varieties. *Industrial Crops and Products* 157, art.no 112906, 2020.
- Vodolazska, D., Lauridsen, C. Effects of dietary hemp seed oil to sows on fatty acid profiles, nutritional and immune status of piglets, *Journal of Animal Science and Biotechnology* 11(1), 28, 2020.

Yalcin, H., Konca, Y., Durmuscelebi, F. Effect of dietary supplementation of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) on meat quality and egg fatty acid composition of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102(1), 131-141, 2018.

Yaman, M.A., Erina, Zulfan, Usman, Y., Fitri, C.A., Latif, H. Increase in egg production, egg quality and immunity of local chicken resulted by cross-breeding. 1ST International Conference on Agriculture and Bioindustry 2019 Book Series. IOP Conference Series-Earth and Environmental Science, 425012043, 2020.