

Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko
Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko
Odbor rostlinolékařství ČAZV
Pícninářská komise ORV ČAZV
Agrární komora ČR

AKTUÁLNÍ POZNATKY V PĚSTOVÁNÍ, ŠLECHTĚNÍ, OCHRANĚ ROSTLIN A ZPRACOVÁNÍ PRODUKTŮ

Úroda 12/2019, vědecká příloha časopisu

 **ČAZV** | ČESKÁ AKADEMIE
ZEMĚĚLSKÝCH VĚD

 **ČTPRB**

Hlavní mediální partneři konference

 **úroda**

 **PP**
ROFI PRESS s.r.o.

**Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko
Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko
Odbor rostlinolékařství ČAZV
Pícninářská komise Odboru rostlinné výroby ČAZV
Agrární komora ČR**

**Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění,
ochraně rostlin a zpracování produktů**

Úroda 12/2019, vědecká příloha časopisu

Editor:

**Ing. Barbora Badalíková
Ing. Ivana Šindelková**

Organizační výbor:

Ing. Barbora Badalíková - předseda

Ing. Pavel Kolařík
Ing. Jaroslav Lang, Ph.D.
Ing. Ivana Šindelková
Mgr. Martin Vašínska
Ing. Karel Vejražka, Ph.D.
Mgr. Tomáš Vymyslický, Ph.D.

Vědecký výbor:

RNDr. Jan Nedělník, Ph.D. - předseda
Ing. Barbora Badalíková
doc. Ing. Bohumír Cagaš, CSc.
Ing. Jaroslav Čepl, CSc.
RNDr. Jan Hofbauer, CSc.
Ing. Prokop Šmirous, Ph.D.
Ing. Pavel Kolařík
Ing. Petr Míša, Ph.D.
Ing. Jan Pelikán, CSc.
Ing. Karel Vejražka, Ph.D.
Mgr. Tomáš Vymyslický, Ph.D.

Príspevky byly recenzovány členy vědeckého výboru

Doporučená citace příspěvků:

Autoři příspěvků: Název příspěvku. Úroda 12, roč. LXVII, 2019, vědecká příloha, s. od – do

VÝLISKY SEMEN LNU A KONOPÍ A JEJICH ZPRACOVÁNÍ NA MOUKY A BÍLKOVINNÉ KONCENTRÁTY

Flaxseed and Hempseed cakes and their processing into meals and protein concentrates

Bárta J., Jarošová M., Bártová V., Švajner J.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta

Abstrakt

Výlisky semen lnu resp. nažek konopí (získané z lisování olejů) byly upraveny na tři druhy práškových materiálů – výliskovou mouku (M), frakce mouky s velikostními částicemi menšími než 250 μm (F) a bílkovinný koncentrát (K) získaný isoelektrickým srážením. Získané prášky se u obou druhů lišily v obsahu vstupních komponent. Stupeň zpracování ve směru M – F – K vedl u materiálů obou olejnatých druhů k postupnému zvýšení obsahu dusíkatých látek: 28,46 – 33,71 – 63,47 % pro len a 28,25 – 45,62 – 67,81 % pro konopí. Výlisková mouka lnu i konopí má v porovnání s vyššími stupni zpracování vyšší obsah celkový polyfenolů a vyšší antioxidační aktivitu. Výlisková mouka má také vyšší schopnost vázat vodu, naopak vazba tuku byla nejvyšší u bílkovinných koncentrátů obou druhů. Lněná výlisková mouka vážala výrazně více vody než konopná mouka, lněný bílkovinný koncentrát vázal výrazně více tuku než konopný koncentrát.

Klíčová slova: len, konopí, mouka, bílkovinný koncentrát, obsah bílkovin, funkční vlastnosti

Abstract

Oilseed cakes, obtained during oils extraction from flax and hemp seeds, were modified to three types of powder material – cakes meal (M), fraction of meal with particle of size below 250 μm (F) and protein concentrate (K) obtained by using isoelectric precipitation. Obtained powders varied in contents of basic components. Processing of oilseed cakes in direction M-F-K resulted in the case of both oilseed species to graduate increasing of N matters: 28.46-33.71-63.47% for flax and 28.25-45.62-67.81 % for hemp. Flax and hemp meal had higher level of polyphenolic matters and antioxidant activity in comparison with other variants of oilseed cakes processing. The meal had also higher ability for water holding capacity, however, oil holding capacity was examined on higher level for both species protein concentrates. Flax meal hold significantly higher amount of water than hemp meal and flax protein concentrate hold significantly higher amount of oil than hemp concentrate.

Key words: flax, hemp, meal, protein concentrate, protein content, functional properties

Úvod

Len setý (*Linum usitatissimum* L.) a konopí seté (*Cannabis sativa* L.) jsou historicky důležitými hospodářskými rostlinami s multifunkčním charakterem. V ČR jsou pěstovány minoritně (pěstitelské plochy olejného lnu se pohybují do 2 tisíc ha – Zehnálek, Kraus (2019), pěstitelské plochy konopí setého se pohybují do 1,5 tis. ha – Tošovská, Buchtová (2010)), zejména pro semena resp. nažky obsahující vysoká množství oleje o specifické hodnotě. Semena olejné formy lnu setého obsahují 38 - 44 % oleje s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. Jde zejména o α-linolenovou kyselinu, která se podle odrůdy může vyskytovat ve spektru mastných kyselin lněného oleje ve třech hladinách zastoupení – do 5, kolem 30 a mezi 50 – 60 % (Moudrý et al., 2011; Šmirous et al., 2015). Konopná nažka obsahuje 25 - 35 % oleje, ve kterém opět převažují nenasycené mastné kyseliny, α-linolenová kyselina je zastoupena asi 20

%). Pro vylisování oleje se stávají převažující složkou ve zbytcích semen bílkoviny (Wang, Xiong, 2019).

Bílkoviny jsou v semenech lnu zastoupeny kolem 20 %; ve výliscích a mouce asi 30 % (i více). Nejvíce jsou zastoupeny globuliny (40 – 80 %), nazývané **linin**. Linin zahrnuje bílkovinné podjednotky 11 – 12S o molekulových hmotnostech (MW) 24,6; 30; 35,2 a 50,9 kDa. Významný je i obsah albuminů (20 – 40 %), které jsou souhrnně nazývány **conlinin**: jde o bílkovinné podjednotky 1,6 – 2S o MW 16 – 18 kDa (Ayad, 2010; Shim et al., 2014). V nažkách konopí setého je obsaženo 20 - 25 % bílkovin, ve výliscích kolem 30 % (i více). Nejvíce je zastoupena frakce globulinů nazývaných **edestin** (uváděno 60 až 80 %); jedná se o hexamer – každý monomer má MW 50 – 54 kDa (tvořen z kyselé podjednotky o MW 34 kDa a bazické podjednotky o MW 18 – 20 kDa). Zbylou část (asi 25 %) představují albuminy (Wang, Xiong, 2019). Je známo, že lněné i konopné bílkoviny mají dostatečné zastoupení esenciální aminokyselin a vykazují také zajímavé funkční vlastnosti, které zvyšují potenciál jejich uplatnění ve výživě lidí a v potravinářství (Mattila et al., 2018).

Produkce bílkovinných koncentrátů (izolátů) z rostlinných materiálů bohatých na bílkoviny je nejčastěji prováděna pomocí kombinace alkalické solubilizace a isoelektrické precipitace. Uplatněn může být i efekt iontové síly v kombinaci s dialýzou či jinými membránovými technikami, uváděny jsou i jiné principy a techniky (Hadnađev et al., 2017). Již samotná kombinace způsobu mletí a prosetí výliskové mouky na sítích o vhodné velikosti ok, vede k oddělení osemení či oplodí od vnitřní části semene, což jsou části, které obsahující rozdílné zastoupení N látek, a může proto dojít k tvorbě frakcí s vyšším obsahem N látek než má původní výlisková mouka.

K cenným složkám semene lnu a nažek konopí nepatří jen tuk a bílkoviny, ale také vláknina, polyfenoly a další příznivě působící látky, které vzájemně spolupůsobí na vytváření finálních vlastností produkovaných mouk, jejich frakcí a bílkovinných koncentrátů (Shim et al., 2014; Wang, Xiong, 2019).

Cílem tohoto příspěvku je modelová demonstrace využití semenných výlisků lnu a konopí na produkci výliskové mouky, její velikostní frakce a bílkovinného koncentráту. Součástí tohoto experimentu je také analýza vybraných vlastností těchto produktů.

Materiál a Metody

Rostlinný materiál a jeho úprava. Lněné a konopné výlisky byly dodány firmou AGRO-EL Znojmo. Jedná se o výlisky vzniklé lisováním semen resp. nažek za studena na potravinářské oleje. Výlisky v podobě granulí byly pomlety na nožovém mlýnu (Grindomix GM 200, Retsch, Německo) při výkonu 10 000 ot./min. po dobu 1 min. Vázkovým proséváním pomletých výlisků na sítu o velikosti ok 250 μm byla získána frakce mouky s velikostí částic menších než 250 μm . Z navážek byl zjištěn podíl propadu. Tímto způsobem vznikly dva druhy hodnocených položek – výlisková mouka **M** (pomleté výlisky) a frakce mouky s částicemi pod 250 μm **F**.

Příprava bílkovinného koncentráту. Bílkovinný koncentrát **K** byl připraven pomocí isoelektrického srážení. K naváženému množství frakce mouky pod 250 μm byla přidána voda v poměru 1:6 (w/v) a směs byla míchána na magnetické míchačce 30 minut při pokojové teplotě. Po této době byla odstraněna tuková svrchní vrstva pomocí pipety. Následně byla u směsi upravena reakce na pH 10 pomocí 1M NaOH a bylo pokračováno v míchání dalších 30 minut. Následovalo odstředění pomocí centrifugy (Rotina 420 R, Hettich, Německo), 4740 g, 20°C, 10 min. Získaný supernatant byl slit a uchován a pelet byl postupně 2x promyt vodou. K peletu byla v obou případech přidána voda v množství 1/3 původního objemu, pelet byl rozmíchán a směs byla opět odstředěna stejným způsobem. Získané 2 promyvné supernatanty byly spojeny s původním supernatantem. U výsledného supernatantu byla upravena reakce na pH 4,5 pomocí 1M HCl. Po následném odstředění (stejně podmínky uvedené výše) byl supernatant odstraněn, pelet rozmíchán v 1/2 původního extrakčního objemu vody a reakce byla

upravena na pH 7. Směs byla zmrazena a vysušena na lyofilizátoru (ALPHA 1-4 LSC, Martin Christ, Německo), -50°C, 0,420 mBar, 48 hod. Získaný lyofilizát byl zvážen a následně homogenizován.

Analýzy. **Obsah vody** byl stanoven vážkově vysušením materiálu v sušárně při 105°C po dobu 3 hod. **Obsah N látek** byl stanoven instrumentálně pomocí přístroje Rapid N Cube (Elementar, Německo), který pracuje na principu modifikované Dumasovy metody (stanoven dusík a přepočít na N látky byl proveden pomocí koeficientu 6,25). **Obsah tuku** byl stanoven pomocí extraktoru XT10 (Ankom, USA) dle manuálu výrobce. **Obsah popelovin** byl stanoven vážkově vyžiháním vzorku v muflové peci při teplotě 550°C po dobu 6 hod. **Obsah ostatních látek** byla stanoven dopočtem do 100 %. **Výtěžnost frakce mouky pod 250 µm a výtěžky bílkovin** byly vypočteny z hodnot vážkově vedené přípravy materiálu a z hodnot obsahu N látek.

Extrakce bílkovin a elektroforéza SDS-PAGE. Bílkovinné extrakty pro elektroforézu byly připraveny následujícím způsobem – k 50 mg mouk či koncentrátů bylo přidáno 500 µl extrakčního pufru (0.0625 M Tris-HCl, pH 6.8, 2% SDS), extrakce probíhala na ledu podobu 4h. Po centrifugaci (10 000 g, 4°C, 10 min.) byl získaný supernatant smíchán v poměru 4:1 s nanášecím pufrům obsahujícím 2-merkaptoetanol, povařen (2 min) a následně separován pomocí diskontinuální deskové denaturační elektroforézy na polyakrylamidovém gelu (SE 600, Hoefer, USA) - 4% zaostřovací gel (pH 6,8) a 12% separační gel (pH 8,8) - v prostředí Tris-glycinového pufru (Laemmli 1970). Bílkoviny byly na gelu detekovány pomocí roztoku barviva Coomassie Blue. Digitalizace elektroforeogramů byla provedena pomocí zařízení GelDoc (Bio-Rad, USA). Blue Protein Ladder s rozpětím 5 – 245 kDa (Central European Biosystems) byl použit jako hmotnostní standard.

Světlost (lightness, L) byla měřena pomocí kolorimetru ColorEye® XTH (X-Rite, USA), který pracuje v systému CIE a naměřené hodnoty vyjadřuje v systému Lab hodnot.

Obsah celkových polyfenolů byl stanoven spektrofotometricky s využitím Folin-Ciocalteuova činidla po předchozí extrakci polyfenolů z lyofilizované sušiny pomocí 80% ethanolu. Jako standard byla použita gallová kyselina a výsledky byly vyjádřeny jako mg jejich ekvivalentů (GAE – ekvivalenty gallové kyseliny) na 1 g sušiny mouky (Lachman a kol., 2006).

Antioxidační aktivita byla měřena v etanolovém extraktu vzorků mouk či koncentrátů s využitím radikálu DPPH (1,1'-difenyl-2-pikrylhydrazyl); stanovení bylo prováděno dle postupu uvedeného v práci Šulc a kol. (2007). Standardem byla L-askorbová kyselina a hodnota antioxidační kapacity byla vyjádřena jako ekvivalentní miligramy L-askorbové kyseliny v přepočtu na g sušiny vzorku.

Stanovení funkčních vlastností **vazba vody** a **vazba tuku** bylo provedeno vážkově s využitím vody a řepkového oleje podle postupu uvedeném v práci Bárta et al. (2018).

Zpracování dat. Všechny způsoby přípravy mouk a koncentrátů a veškeré analýzy byly prováděny ve třech opakováních. Získaná data byla statisticky vyhodnocena pomocí programu STATISTICA CZ, verze 12 (StatSoft, Inc.).

Výsledky a diskuze

Základní složení výliskové mouky odvozené z výlisků semen lnu a konopí je uvedeno v tabulce 1. Zatímco obsah N látek byl u obou druhově odlišných vzorků výliskové mouky velmi podobný (statisticky neprůkazný), hodnoty ostatních charakteristik již byly průkazně rozdílné na hladině významnosti $P < 0,05$. Velmi výrazný byl vysoký obsah zbytkového tuku ve výliscích lnu - přes 16 %.

Tab. 1: Základní složení vyliskové mouky odvozené z vylisků semen olejného lnu a konopí setého

Vylisková mouka	Obsah vody (%)	Obsah N látek (%)	Obsah tuku (%)	Obsah popelovin (%)	Obsah ostatních látek (%)
Len	8,92 a	28,46 a	16,16 a	4,73 b	41,74 b
Konopí	7,56 b	28,25 a	8,61 b	5,34 a	50,23 a

Pozn.: Rozdílná písmena u hodnot v sloupcích znamenají statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Fisher LSD test).

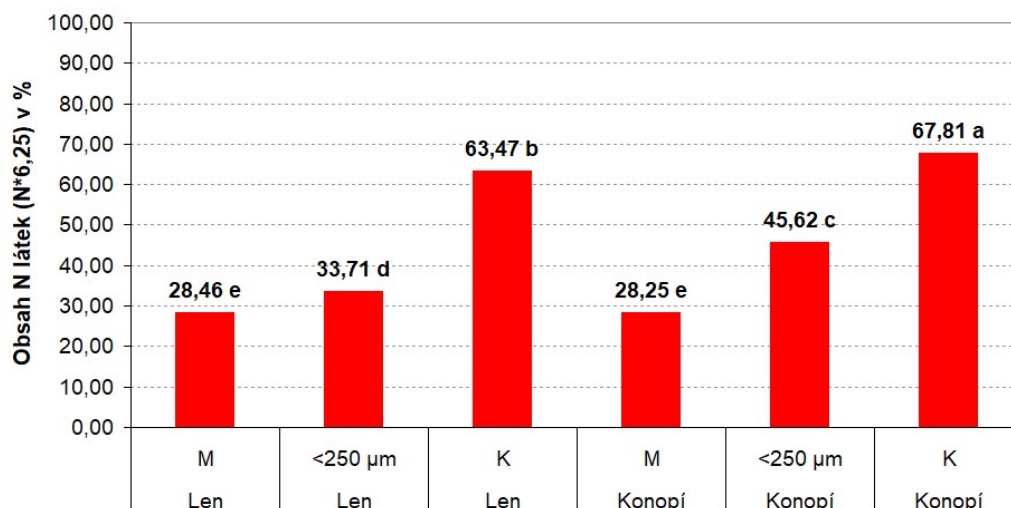
Jak ukazuje tabulka 2, výtěžek bílkovin v podobě bílkovinného koncentrátu ve vztahu k vstupnímu materiálu byl průkazně ($P < 0,05$) vyšší u lnu než u konopí. Výtěžnost frakce mouky s velikostními částicemi pod $250 \mu\text{m}$ odvozená z vyliskové mouky prosetím byla průkazně ($P < 0,05$) vyšší u lnu než u konopí (viz tabulka 2). Tato operace má značný praktický význam, protože umožňuje částečné oddělení osemení resp. i oplodí (konopí) od jádra semene či plodu. Osemení (oplodí) a jádro semene (plodu) má rozdílné zastoupení N látek a tak může být tato relativně jednoduchá pracovní operace levným způsobem zakoncentrování obsahu N látek ve frakci pod $250 \mu\text{m}$. Zejména u konopí je tento process výhodný. Jak je patrné z obr. 1 má frakce mouky pod $250 \mu\text{m}$ obsah N látek 45,62 %, což je statisticky průkazně ($P < 0,05$) více, než u vstupní vyliskové mouky (ta má „jen“ 28,25 %). Pro úplnost u frakce mouky nad $250 \mu\text{m}$ byl nalezen obsah N látek 18,37 %. Obsah N látek přes 45 % u frakce mouky pod $250 \mu\text{m}$ se tak přibližuje běžně komerčně nabízeným „konopným proteinovým koncentrátům“ u kterých je uváděn obsah N látek kolem 50 % (např. Anonym, 2019).

Tab. 2: Výtěžnost frakce mouky pod $250 \mu\text{m}$ a výtěžek získaných bílkovin v koncentrátu

Materiál	Výtěžnost frakce mouky pod $250 \mu\text{m}$ (%)	Výtěžek bílkovin ve frakci mouky pod $250 \mu\text{m}$ (%)	Výtěžek bílkovin koncentrátu ve vztahu k frakci mouky pod $250 \mu\text{m}$ (%)	Výtěžek bílkovin koncentrátu ve vztahu k vyliskové mouce (%)
Len	45,15 a	53,49 a	47,06 a	25,10 a
Konopí	35,20 b	56,88 a	21,92 b	12,52 b

Pozn.: Rozdílná písmena u hodnot ve sloupcích indikují statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Fisher LSD test).

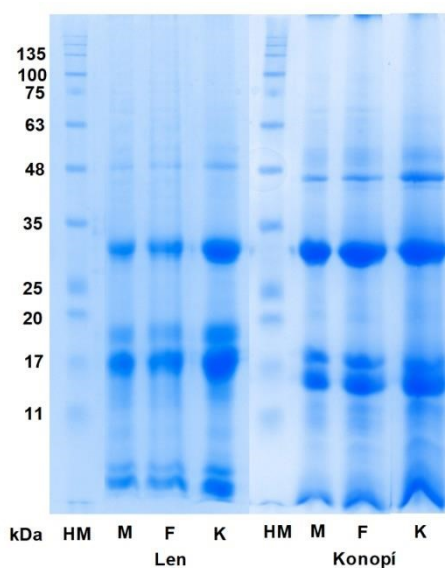
Obrázek 1 ukazuje postupné navyšování obsahu bílkovin podle stupně zpracování ve směru „mouka – frakce mouky – koncentrát“. Charakterizace bílkovin jednotlivých práškových materiálů byla provedena pomocí elektroforézy SDS-PAGE v redukčních podmínkách (za přítomnosti 2-merkaptoetanolu).



Obr. 1: Obsah N látek (N*6,25) v % ve výliskové mouce (M), frakci pod 250 µm a v bílkovinném koncentrátu (K)

Pozn.: Rozdílná písmena u hodnot indikují statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Fisher LSD test).

Z obr. 2 vyplývá, že si všechny tři typy materiálů u obou olejnin zachovávají přibližně stejný charakter s mírnými rozdíly v intenzitě zastoupení jednotlivých bílkovinných podjednotek. Nedochozí tak vlivem stupně zpracování k výrazným změnám bílkovinných profilů. Profily lněných vzorků mají dvě výrazné zóny bílkovinných podjednotek – oblast kolem 30-32 kDa a oblast kolem 17-20 kDa a minoritní zónu kolem 50 kDa, což přibližně odpovídá literárně deklarovaným podjednotkám lininu (Ayad, 2010). Třetí majoritní zónu představují bílkovinné podjednotky s MW nižší než 11 kDa. Profily bílkovin konopných vzorků zahrnují zejména podjednotky v oblasti kolem 18 kDa, což odpovídá bazickým podjednotkám monomeru edestinu a podjednotky v oblasti 32-34 kDa, které by měly odpovídat kyselým podjednotkám monomeru edestinu.



Obr. 2: Bílkovinné profily výliskové mouky (M), frakce pod 250 µm (F) a bílkovinného koncentrátu (K) u lnu a konopí po denaturační elektroforéze (SDS-PAGE).

HM – hmotnostní bílkovinný standard (Blue Protein Ladder, Central European Biosystems)

Z tabulky 3 je patrné, že lněný bílkovinný koncentrát je průkazně ($P < 0,05$) nejsvětlejší, výliskové mouky mají v důsledku přítomnosti osemení a oplodí tmavší barvu. Důležitý je obsah celkových polyfenolů, který je průkazně vyšší u lnu, než u konopí a u obou olejnin je nejvyšší u výliskové mouky. Hladina antioxidační aktivity byla nalezena v korelaci s obsahem celkových polyfenolů (mezi oběma parametry byla zjištěna pozitivní korelace s $r = 0,935$; $P < 0,001$). Podobné rozdíly vykazují i dva hodnocené funkční parametry – vazba vody a vazba tuku. Vododržná funkce je statisticky průkazně větší u lněných materiálů než u konopných. U konopí byl nalezen velký rozdíl mezi moukou či frakcí pod $250 \mu\text{m}$ a samotným bílkovinným koncentrátem, který byl v tomto ohledu nejslabší. Naopak schopnost vázat tuk je v případě obou druhů průkazně ($P < 0,05$) vyšší u bílkovinných koncentrátů než u mouky a její frakce. Vyšší schopnost vázat vodu u vzorků lnu a u mouky a frakce konopí se dá vysvětlit vyšším obsahem vlákniny. U lnu hraje v tomto ohledu roli specifická skupina vlákniny, která je známá jako lněný sliz (flaxseed soluble gum). Ten má obecně velmi vysokou schopnost vázat vodu (Liu et al., 2018).

Tab. 3: Hodnocení vybraných charakteristik výliskové mouky (M), frakce pod $250 \mu\text{m}$ (F) a bílkovinného koncentráту (K) lnu a konopí

materiál	světlost (%)	obsah TPC (mg GAE/g suš.)	antioxidační aktivita (mg AAE/g suš.)	vazba vody (g vody/g)	vazba tuku (g tuku/g)
Len M	62,43 c	6,73 a	2,58 a	4,37 a	0,97 bc
Len F	66,88 b	3,94 b	2,02 b	3,43 b	0,91 bcd
Len K	77,61 a	4,51 b	2,11 b	3,86 ab	1,91 a
Konopí M	51,92 e	2,94 c	1,79 c	1,82 c	0,77 d
Konopí F	58,22 d	2,83 c	1,35 d	2,02 c	0,83 cd
Konopí K	58,01 d	1,16 d	0,81 e	0,96 d	1,05 b

Pozn.: TPC – obsah celkových polyfenolů, GAE – ekvivalenty gallové kyseliny, AAE – ekvivalenty askorbové kyseliny. Rozdílná písmena u hodnot ve sloupcích indikují statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $P < 0,05$ (Fisher LSD test).

Z uvedeného je zjevné, že výlisky semen resp. plodů olejnin lze zpracovatelsky zhodnocovat na výrobky s různými vlastnostmi – např. vyšší obsah N látek, rozdílné zastoupení vlákniny, rozdílné zastoupení polyfenolů apod. a využívat tak vliv změny zastoupení látek na změnu funkčních vlastností – např. vyšší schopnost vázat vodu či tuk, ale i další funkční vlastnosti (zde neprezentované ve výsledkové podobě) jako např. emulgační schopnost, gelotvorná funkce apod. Mouky či bílkovinné koncentráty lnu a konopí by tak mohly být využívány pro přípravu masných a mléčných výrobků nebo pekařských výrobků či práškových směsí pro jejich přípravu (Waszkowiak, Rudzińska, 2014; Malomo, Aluko, 2015; Wang, Xiong, 2019). Pro některé výše zmíněné potravinářsky uplatnitelné funkce je potřeba získat bílkoviny v koncentrované podobě naopak pro nutriční využití (např. přímý či lehce upravený konzum) může být vhodnější komplexní pojetí v podobě mouky či její frakce. V oblasti využití výlisků semen olejnin pro lidskou výživu a potravinářské aplikace zbývá řešit mnoho problémů, např. oxidační stabilitu mouk a jejich frakcí (vzhledem k vysokému obsahu zbytkových tuků), podmínky rozpustnosti bílkovin v získaných koncentrátech či obsah antinutričních faktorů a rizikových látek.

Závěr

Na základě provedené modelové demonstrace zpracování semenných výlisků lnu a konopí na výliskovou mouku, její frakci s částicemi pod 250 µm a bílkovinný koncentrát lze vyvodit následující závěry:

- výlisky semen lnu a konopí představují cenný materiál, který je sám o sobě využitelný v podobě výliskové mouky nebo pro přípravu derivátů – velikostních frakcí mouk s rozdílným obsahem významných látek či bílkovinných koncentrátů (izolátů)
- stupeň zpracování ve směru „mouka – frakce s částicemi pod 250 µm – bílkovinný koncentrát“ zvyšuje obsah dusíkatých látek.
- získané koncentráty bílkovin lnu a konopí mají schopnost vázat více tuku než výliskové mouky
- výliskové mouky lnu a konopí mají vyšší schopnost poutat vodu než z nich odvozené bílkovinné koncentráty a také mají vyšší zastoupení celkových polyfenolů a vykazují vyšší antioxidační aktivitu než bílkovinné koncentráty
- frakce mouky s velikostí částic pod 250 µm vykazovala významnou schopnost koncentrovat konopné N látky resp. bílkoviny z počáteční výliskové mouky (z obsahu 28 % na obsah 45 %)
- výlisková mouka její frakce či odvozené bílkovinné koncentráty disponují významným potenciál pro přímou lidskou výživu nebo jako suroviny pro produkci potravinářských výrobků

Dedikace

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu MZe NAZV QK1910302. Autoři děkují za finanční podporu.

Použitá literatura

- Anonym (2019): <https://www.canah.com/product/protein-powder/> (dostupné on-line: 05. 11. 2019)
- Ayad A. A. (2010): Characterization and properties of flaxseed protein fractions. Ph.D. thesis, McGill University, Montreal, 151 p.
- Bárta J. et al. (2018): Charakteristika mouky ze salátové řepy (*Beta vulgaris* var. *conditiva*) a její antioxidační aktivita. Úroda 66(12): 397-400. (ISSN 0139-6013)
- Hadnačev M., Dapčević Hadnačev T. R., Pojić M. M., Šarić B. M., Mišan A. Č., Jovanov P. T., Sakač M. B. (2017): Progress in vegetable proteins isolation techniques: a review. Food and Feed Research 44: 11 – 21.
- Lachman J., Hamouz K., Čepl J., Pivec V., Šulc M., Dvořák P. (2006): Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor. Chemické Listy 100: 522-527.
- Laemmli U. K. (1970): Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 227: 680-685.
- Liu J., Shim Y. Y., Tse T. J., Wang Y., Rwanby M. J. T. (2018): Flaxseed gum a versatile natural hydrocolloid for food and non-food applications. Trends in Food Science and Technology 75: 146-157.
- Malomo S. A, Aluko R. E. (2015): Conversion of a low protein hemp seed meal into a functional protein concentrate through enzymatic digestion of fibre coupled with membrane ultrafiltration. Innovative Food Science and Emerging Technologies 31: 151-159.
- Mattila P., Mäkinen S., Eurola M., Jalava T., Pihlava J.-M., Hellström J., Pihlanto A. (2018): Nutritional value of commercial protein-rich plant products. Plant Foods for Human Nutrition 73: 108-115.
- Moudrý J. et al. (2011): Alternativní plodiny. ProfiPress, Praha, 142 p. (ISBN 978-80-86726-40-3)

- Shim Y. Y., Gui B., Arnison P. G., Wang Y., Reaney M. J. T. (2014): Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) bioactive compounds and peptide nomenclature: A review. Trends in Food Science and Technology 38: 5-20.
- Šmirous P., Bjejková M., Souček J. (2015): Metodická příručka pro pěstování olejného lnu. Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk, 57 p.
- Šulc M., Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Dvořák P., Horáčková V. (2007): Výběr a zhodnocení vhodných metod pro stanovení anti-oxidační aktivity fialových a červených odrůd brambor. Chemické Listy 101: 584-591.
- Tošovská M., Buchtová I. (2010): Situační a výhledová zpráva – len a konopí. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 49 s. (ISBN 978-80-7084-900-7)
- Wang Q., Xiong Y. L. (2019): Processing, Nutrition, and Functionality of Hempseed Protein: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 18: 936 – 952.
- Waszkowiak K., Rudzińska M. (2014): Effect of flaxseed and extracts on lipid stability in stored meat products. Journal of American Oil Chemist Society 91: 979-987.
- Zehnálek P., Kraus P. (2019): Přehledy odrůd řepky olejky jarní, hořčice bílé, máku setého, lnu olejného a kmínu kořeného 2019. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, Brno, 125 s. (ISBN 978-80-7401-169-6)

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Rostlinná výroba
Na Sádkách 1780
370 05 České Budějovice
e-mail: barta@zf.jcu.cz
web: <http://rv.zf.jcu.cz>