DOI: 10.2478/fv-2020-0035

FOLIA VETERINARIA, 64, 4: 37—43, 2020

# VLIV KRMNÝCH ADITIV V UPRAVENÉM ŘEPKOVÉM ŠROTU NA PŘÍRŮSTKY ŽIVÉ VÁHY, KREVNÍ OBRAZ A SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN V HŘBETNÍM TUKU U PŘEDVÝKRMU A VÝKRMU PRASAT

**Bujňák, L.[1], Naď, P.[1], Skalická, M.[1], Marcinčák, S.[2]**

[1] Katedra výživy a chovu zvířat
[2] Katedra hygieny, technologie a zdravotní bezpečnosti potravin
Univerzita veterinárního lékařství a farmacie v Košicích, Komenského 73, 041 81 Košice Slovakia

lukas.bujnak@uvlf.sk

Z anglického originálu přeložil/a: Bc. Radka Štůralová a Ing. Luboš Zábranský, Ph.D.

## ABSTRAKT

**Tento pokus byl proveden za účelem vyhodnocení účinků nahrazení sójové moučky (SBM) ošetřeným řepkovým šrotem (tRSM) na přírůstky hmotnosti, hladiny minerálů v krvi a složení mastných kyselin v hřbetním tuku u prasat ve výkrmu. Celkem 12 kříženců prasat (Slovakian White × Landrace) s počáteční živou hmotností 40,82 ± 2,69 kg bylo rozděleno do dvou skupin s různými způsoby výživy: kontrolní skupinu s výživou založenou na sójové moučce (SBM) a experimentální skupinu s výživou založenou na ošetřeném řepkovém šrotu (RSM). Řepkový šrot byl ošetřen produktem, který neutralizuje negativní fyziologické účinky antinutričních látek glukosinolátů obsažených v produktech řepky pro krmení hospodářských zvířat. Experimentální období trvalo 84 dní; 38 dnů v předvýkrmu a 46 dní v období výkrmu. Naše analýza ukázala menší, ale ne statisticky významné negativní účinky tRSM na živou hmotnost, průměrný denní přírůstek a poměr konverze krmiva. Výměna SBM za tRSM neměla žádné statisticky významné účinky na poměr nasycených, mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin ve vzorcích hřbetního tuku, stejně tak jako na koncentraci analyzovaných minerálů v séru, kromě hladiny zinku. Závěrem je, že zařazení 25 % a 18 % ošetřené řepkové moučky do krmiva prasat v období předvýkrmu a výkrmu neměla žádné negativní účinky na váhové přírůstky, profil minerálů v krvi nebo složení mastných kyselin hřbetního tuku.**

**Klíčová slova: přírůstky; minerály; prasata; řepkové krmivo**

## ÚVOD

Výživa založená na obilovinách/sóje je typická u farem na výkrm prasat nacházejících se zejména v zemích, kde je sójová moučka dostupná [20]. Krmiva se sójovou moučkou (SBM) je nejrozšířenější zdroj bílkovin ve výživě prasat [29] díky jeho obsahu dobře stravitelných esenciálních aminokyselin (lysinu, ale také threoninu, tryptofanu a isoleucinu). SBM se vyznačuje

vysokým obsahem bílkovin (od 43 % do 53 % v krmivu) a nízkým obsahem hrubé vlákniny. Nárůst hladiny doplňků stravy SBM ale způsobil zvýšení nákladů na krmení prasat [12, 27], a také možné zdravotní problémy způsobené geneticky modifikovanou (GM) sójou a dalšími GM potravinami jsou otázkou do diskuze.

Celosvětově rostoucí poptávka po bílkovinách v krmivech pro zvířata vede k rostoucímu zájmu o jiné alternativy zdroje bílkovin. Řepka je alternativní plodina, kterou lze pěstovat v chladných klimatických podmínkách, a její pěstování se v posledních letech zvýšilo z důvodů rostoucí poptávky po oleji pro výrobu biopaliv [14]. Řepkový šrot (RSM) je vedlejší produkt řepky po odstranění oleje a je cenově efektivním zdrojem bílkovin v krmivech pro prasata a také alternativní přísadou k sójové moučce [22]. Řepkové krmivo všeobecně obsahuje 33 % až 40 % bílkovin, ve srovnání se sójovou moučkou má méně lysinu, ale je bohatší na aminokyseliny obsahující síru (methionin + cystein)[4]. Používá se ve výživě zvířat delší dobu, ale kvůli vysokému obsahu vlákniny a antinutričním faktorům (jako jsou glukosinoláty, taniny a kyselina eruková) se řepkový šrot zahrnoval do výživy prasat obvykle málo [13 ]. Nicméně, v krmivech obsahujících řepkový šrot byly prokázány příznivé účinky vlákniny na funkci střev a celkový zdravotní stav prasat [15]. Glukosinoláty a antinutriční faktory ale zhoršují růst a příjem krmiva [1, 8]. Antinutriční faktory v řepce mohou být sníženy řadou technik, včetně fyzikálních, chemických, biologických i šlechtěním plodin. Jejich účinnost se však u jednotlivých léčebných metod liší [17].

Tato skutečnost nás vedla ke zjišťování účinků dlouhodobého krmení ošetřeným řepkovým šrotem jako zdroje bílkovin ve stravě na přírůstky, profily minerálů v krvi a složení mastných kyselin hřbetního tuku v období výkrmu prasat.

## MATERIÁLY A METODY

### Zvířata, výživa a krmení

Pro 12týdenní studii (84 dnů) bylo použito celkem 12 kříženců (Slovakian White × Landrace) s průměrnou tělesnou hmotností (BW) 40,82 +- 2,69 kg. Prasata byla rozdělena do dvou skupin po 6 prasatech v každé skupině.

V obou skupinách byl stejný počet prasnic (3) a vepřů (3). Ve studii byly použity pro experimentální i kontrolní skupiny stejné základní přísady. Krmivo obsahovalo kukuřici, pšenici, ječmen, sójovou moučku nebo ošetřený řepkový šrot, vitamin + minerální směs a syntetické aminokyseliny. Krmné dávky byly následující: kontrolní skupina – výživa založená na sójové moučce, experimentální skupina – výživa založená na ošetřeném řepkovém šrotu.

Řepkový šrot byl ošetřen 2,5 % LinaropAgri® LRA (LINAGRI s.r.o., Česko); produkt, který neutralizuje negativní fyziologické účinky antinutričních glukosinolátů obsažených v řepce a výrobcích z řepky pro krmení hospodářských zvířat. Nutriční vlastnosti ošetřeného řepkového šrotu (97,5 % řepkového šrotu + 2,5 % LRA) byly následující: sušina 897 g/kg, hrubý protein 349 g/kg, etherový extrakt 16,1 g/kg, hrubá vláknina 122 g/kg, neutrální detergentní vláknina 197 g/kg, vápník 6,1 g/kg, fosfor 1,08 g/kg, hořčík 4,6 g/kg, sodík 0,15 g/kg, draslík 1,05 g/kg, měď 8,9 mg/kg a zinek 49,7 mg/kg jako krmný základ. Všechny diety splňovaly nebo překračovaly požadavek Národní rady pro výzkum NRC [16]. Kompozice a analýzy diet jsou uvedeny v tabulce 1.

Všechna prasata byla krmena dvakrát denně a zvířata měla volný přístup k vodě. Voda byla také aplikována přímo do žlabu během krmení. Pro stanovení průměrného denního přírůstku (ADG) a poměru konverze krmiva (FCR) byla spotřeba krmiva a hmotnost prasat zaznamenána každý týden. Pokus byl proveden v zootechnických odděleních Ústavu výživy a dietetiky zvířat na univerzitě veterinárního lékařství a farmacie v Košicích v souladu s předpisy EU týkajícími se dobrých životních podmínek zvířat.

### Analýzy krmiv

V krmivu byl analyzován obsah sušiny (DM), hrubý protein (CP), hrubá vláknina (CF), neutrálně detergentní vlákniny (NDF) a etherový extrakt (EE) AOAC [2]. Obsah škrobu v krmivu byl stanoven pomocí plně automatického polarimetru. Přítomnost minerálních látek (kromě fosforu) ve vzorcích krmiva byla analyzována za použití atomového absorpčního spektrometru. Stanovení celkového dietetického fosforu bylo provedeno pomocí fotometrické metody. Obsah aminokyselin (AA) v krmivu byly vypočítány podle programu pro tvorbu krmiv pro prasata ze složení aminokyselin v krmivu a přidání syntetických aminokyselin.

**Tabulka 1. Složení krmné směsi (g.kg – 1, jako krmná základna) diet pro předvýkrm (G) a výkrm (F) prasat**

| Složení [%] | Kontrola | | Pokus | |
|---|---|---|---|---|
| | G | F | G | F |
| Kukuřice | 36.6 | 35 | 37.65 | 35 |
| Pšenice | 14 | 15 | 27 | 29.88 |
| Ječmen | 28 | 34.35 | 7 | 14 |
| SBM, CP 46 % | 18 | 12.5 | | |
| tRSM | | | 25 | 18 |
| Premix VM | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lysin | 0.20 | 0.08 | 0.24 | 0.09 |
| Methionin | 0.08 | 0.03 | | |
| Threonin | 0.12 | 0.04 | 0.11 | 0.03 |
| **Analyzovaný obsah** [g.kg$_{-1}$] | | | | |
| DM | 896.7 | 891.7 | 891.5 | 894.8 |
| CP | 160.5 | 140.8 | 161.2 | 141.3 |
| EE | 28.8 | 23.3 | 30.8 | 25.1 |
| CF | 25.6 | 35.2 | 27.9 | 42.5 |
| NDF | 106.4 | 125.0 | 108.1 | 130.8 |
| Škrob | 466.3 | 488.9 | 460.9 | 478.2 |
| Ca | 6.8 | 6.38 | 7.2 | 6.8 |
| Celkem P | 5.4 | 5.0 | 5.3 | 4.7 |
| **Calculated content** [g.kg$_{-1}$] | | | | |
| Lys | 11.2 | 8.4 | 11.21 | 8.45 |
| Thr | 7.25 | 5.6 | 7.3 | 5.6 |
| Met + cys | 6.5 | 5.06 | 6.5 | 5.92 |

SBM - sójová moučka; tRSM - ošetřená řepková moučka; DM - sušina; CP - hrubý protein; EE - etherický extrakt; CF - hrubá vláknina; NDF - neutrální detergentní vláknina; Lys - lysin; Thr - threonin; Met + cys - methionin + -cystein; Ca - vápník; P – fosfor

**Profily minerálů v krvi**

Krevní vzorky byly odebrány na konci předvýkrmu (38. den) u všech prasat z kontrolní i experimentální skupiny z dolní duté žíly. Koncentrace mědi (Cu), zinku (Zn), vápníku (Ca), hořčíku (Mg), draslíku (K) a sodíku (Na) v krevním séru byly stanoveny pomocí atomového absorpčního spektrometru (Unicam Solar 939, UK).

**Složení mastných kyselin v hřbetním tuku**

Na konci pokusu (84. den) byly odebrány vzorky hřbetního tuku od 12 prasat. Po dobu až tří týdnů byly vzorky pro stanovení profilů mastných kyselin udržovány při teplotě –20 (± 2) °C. Složení mastných kyselin ve vzorcích hřbetního tuku bylo stanoveno vyhodnocením jejich obsahu methylesteru plynovou chromatografií, podle Čertik et al. [7].

**Statistické metody**

Všechna data byla uvedena jako průměrná (± SD směrodatná odchylka). Rozdíly mezi hodnotami byly stanoveny podle nepárového t-testu pomocí statistického programu Graph-Pad Prism (software Graph Prism, USA). Podle konvenčních kritérií jsou rozdíly ($P<0,05$; $P<0,01$; $P<0,001$) považovány za statisticky významné.

## VÝSLEDKY

**Přírůstky**

Váhové přírůstky v předvýkrmu a na konci výkrmu celkově nebyly významně ovlivněny přidáním ošetřeného řepkového šrotu jako alternativy sójové moučky. Ačkoli zvířata z experimentální skupiny dosáhla vyšší konečné živé hmotnosti na konci výkrmu, mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyly statisticky významné rozdíly ($P> 0,05$). Pokus trval 84 dnů; 38 dnů v předvýkrmu a 46 dní na konci výkrmového období. Průměrné denní přírůstky byly o něco nižší u prasat krmených ošetřeným řepkovým šrotem (experimentální) než u těch, která byla krmena sójovou moučkou (kontrolní), ale mezi průměrnými denními přírůstky nebyly žádné statisticky významné rozdíly mezi skupinami ve všech obdobích ($P> 0,05$). Poměr konverze krmiva byl o něco horší u prasat krmených tRSM v předvýkrmu ( – 0,04 kg krmiva na kg přírůstku) a za celé výkrmové období ( – 0,03 kg krmiva na kg přírůstku), zatímco na konci výkrmu nebyly mezi skupinami žádné rozdíly.

**Profily minerálů v krvi**

Hladiny vybraných minerálních prvků stanovené pomocí atomové absorpční spektrometrie ukázaly na malé změny v množství minerálů přítomných v krevním séru.

**Tabulka 2. Hmotnostní přírůstky v předvýkrmu a výkrmu prasat na základě krmení na bázi sójové moučky (SBM) a ošetřené řepkové moučky (tRSM) (průměr ± SD)**

| Strava | Kontrolní skupina (SBM) | Experimentální skupina (tRSM) |
|---|---|---|
| **Počet prasat** | 6 | 6 |
| **Živá hmotnost** [kg] | | |
| **Počáteční** | 40.68 ± 2.60 | 40.95 ± 2.78 |
| **Konec předvýkrmu** | 76.25 ± 5.58 | 75.55 ± 5.91 |
| **Konec výkrmu** | 114.9 ± 8.15 | 113.7 ± 8.71 |
| **Předvýkrm** | | |
| **Dny experimentu** | 38 | |
| **ADG** [g] | 935.9 ± 96.6 | 910.5 ± 103 |
| **FCR, kg krmiva na kg přírůstku** | 2.44 | 2.48 |
| **Výkrm** | | |
| **Dny experimentu** | 46 | |
| **ADG** [g] | 840.2 ± 58.9 | 829.7 ± 69.3 |
| **FCR, kg krmiva na kg přírůstku** | 3.13 | 3.13 |
| **Celková perioda** | | |
| **Dny experimentu** | 84 | |
| **ADG** [g] | 883.5 ± 74.2 | 866.3 ± 83.3 |
| **FCR, kg krmiva na kg přírůstku** | 2.75 | 2.78 |

ADG—Průměrný denní přírůstek; FCR—převodový poměr krmiva; SD—směrodatná odchylka

38. den pokusu byly hladiny vápníku (Ca), hořčíku (Mg), sodíku (Na), draslíku (K) a mědi (Cu) u obou skupin podobné (P>0,05). Hladiny zinku v séru byly významně vyšší (P<0,05) u prasat krmených tRSM dietou (experimentální skupina) než u těch, která byla krmena SBM (kontrolní skupina). Zjištěná množství vápníku, hořčíku, sodíku a draslíku v krevním séru prasat u obou skupin byla v mezích fyziologického rozsahu (Ca 2,4 - 3; Mg 0,5 - 1,3; Na 140 - 160; K 4 – 5 mmol/l) [11]. I hladiny mědi a zinku v krvi u obou skupin se také udržovaly v normálním fyziologickém rozsahu (Cu 20,4—47,2 a Zn 10,7—22,9 μmol/l) [21].

**Složení mastných kyselin v hřbetním tuku**

Výsledky profilu mastných kyselin v hřbetním tuku jsou uvedeny v tabulce 4. Zvýšený obsah α-linolenů ve vzorcích hřbetního tuku u experimentální skupiny byl významný (P<0,05).

**Tabulka 3. Minerální profil vzorků krevního séra (průměr ± SD)**

| Minerál | Kontrolní skupina | Experimentální skupina |
|---|---|---|
| **Vápník** [mmol.l$_{-1}$] | 2.80± 0.25 | 2.67 ± 0.10 |
| **Hořčík** [mmol.l$_{-1}$] | 0.87± 0.26 | 0.79 ± 0.08 |
| **Sodík** [mmol.l$_{-1}$] | 159.90 ± 2.91 | 158.94 ± 1.49 |
| **Draslík** [mmol.l$_{-1}$] | 4.92± 0.33 | 4.72 ± 0.32 |
| **Měď** [μmol.l$_{-1}$] | 25.95 ± 6.91 | 22.38 ± 4.87 |
| **Zinek** [μmol.l$_{-1}$] | 17.35± 2.03$_{A}$ | 21.07 ± 3.05$_{B}$ |

A, B—výrazné rozdíly (P < 0.05); SD—směrodatná odchylka

Podíl kyseliny palmitolejové ve vzorcích hřbetního tuku u experimentální skupiny se zvýšil (P<0,01) ve srovnání s kontrolní skupinou. Poměr celkových nasycených, mononenasycených, polynenasycených mastných kyselin a také poměr dalších mastných kyselin nebyl ovlivněn zařazením ošetřeného řepkového šrotu jako bílkovinného krmiva do výživy experimentální skupiny.

**Tabulka 4. Profil mastných kyselin [g.100 g–1] vzorků hřbetního tuku (průměr ± SD)**

| FA | Kontrolní skupina | Experimentální skupina |
|---|---|---|
| **C14:0 (myristová)** | 1.20 ± 0.07 | 1.15 ± 0.06 |
| **C16:0 (palmitová)** | 26.22 ±0.66 | 25.74 ± 0.33 |
| **C16:1 n-7 (palmitolejová)** | 1.60 ± 0.10A | 2.10 ± 0.30C |
| **C18:0 (stearická)** | 17.41 ± 0.90 | 16.80 ± 1.08 |
| **C18:1n-9 (olejová)** | 42.43 ± 0.81 | 43.29 ± 0.95 |
| **C18:2n-6 (linolová)** | 6.46 ± 0.44 | 6.11 ± 0.36 |
| **C18:3n-3 (α- linolová)** | 0.31 ± 0.04A | 0.37 ± 0.03B |
| **C20:0 (arachidická)** | 0.27 ± 0.03 | 0.28 ± 0.03 |
| **C20:1 (eikosenoická)** | 1.24 ± 0.15 | 1.19 ± 0.12 |
| **C20:2 (eikosadienová)** | 0.39 ± 0.05 | 0.37 ± 0.04 |
| **C20:3 (eikosatrienoická)** | 0.02 ± 0.01 | 0.03 ± 0.01 |
| **C20:4 (arachidonická)** | 0.10 ± 0.02 | 0.12 ± 0.01 |
| **SFA** | 45.10 ± 1.05 | 43.97 ± 1.10 |
| **MUFA** | 45.28 ± 1.01 | 46.60 ± 1.15 |
| **PUFA** | 7.09± 0.61 | 7.00 ± 0.42 |

FA—mastné kyseliny; SFA—nasycené mastné kyseliny; MUFA—mononenasycené mastné kyseliny; PUFA— polynenasycené mastné kyseliny; A, C— statisticky významné rozdíly (P < 0.01); A, B— statisticky významné rozdíly (P < 0.05); SD—směrodatná odchylka

## DISKUSE

Řada studií ukázala, že zvýšené používání řepkového šrotu ve výživě prasat má velký potenciál pro zlepšení udržitelnosti a soběstačnosti [25, 30]. V naší studii jsme uvedli účinky dvanáctitýdenní náhrady krmiva sójovou močkou ošetřeným řepkovým šrotem na přírůstky, minerální profily v krvi a složení mastných kyselin v hřbetním tuku v období růstu a ukončení výkrmu u prasat Slovak White x Landrace. Řepkový šrot byl ošetřen výrobkem LRa, čímž antinutriční sloučeniny (např. glukosinoláty) podstoupí chemickou přeměnu, takže vzniklé sloučeniny jsou absorbovány v menší míře a řepkový šrot je pak lépe stravitelný.

Řepkový šrot, v Severní Americe, Austrálii a některých dalších zemích nazývaný canola je vedlejším produktem při extrakci oleje z řepky. V několika předchozích pokusech bylo prokázáno, že do krmiva prasat v období ukončení jejich růstu může být přidáváno 15 – 30 % canoly, aniž by to ovlivnilo jejich přírůstky [10, 23]. Z hlediska účinků na přírůstky [13] se předpokládá, že prasata v období na konci výkrmu jsou tolerantnější na přidávání většího množství řepkového šrotu než odstavená selata.

Ve výsledcích naší studie nebyla živá hmotnost, průměrné denní přírůstky a poměr konverze krmiva významně ovlivněny zařazením ošetřeného řepkového šrotu do výživy prasat (25 %, respektive 18 %). Účinky řepkového šrotu nebo canoly ve výživě prasat však byly v mnoha zprávách uváděny jako nekonzistentní [12, 23, 24].

Výsledek studie Choi et al. [6] naznačila, že u prasat v období na konci výkrmu je možné doplnit výživu až 9 % řepkového šrotu bez nepříznivých účinků na přírůstky. V té studii, doplnění výživy řepkovým šrotem až ve 12 % ovlivnilo hmotnost, denní přírůstky a poměr konverze krmiva.

Yun et al. [32] uvádějí, že zařazení 4 % řepkového šrotu do krmiva prasat nemělo žádné negativní účinky na přírůstky, stravitelnost živin, emise škodlivých plynů ve stolici, krevní charakteristiky ani kvalitu masa.

Nová studie Skugor et al. [26] byla provedena ke zjištění účinků zařazení 20 % řepkového šrotu jako alternativy k sójové moučce do výživy prasat během tříměsíčního pokusu v období dokončení jejich růstu. Změna ve výživě ovlivnila přírůstky a několik znaků jatečně upraveného těla, ale neovlivnila měřené znaky kvality masa.

Metaanalýza Hanse et al. [9] ukázala menší, ale výrazně negativní účinky řepkového šrotu na denní přírůstky a konverzi krmiva, zatímco regresní analýzy neodhalily žádné rozdíly v přírůstcích v souvislosti s přidáváním řepkového šrotu do krmiva. Celkově výsledky naznačují, že nízko glukosinolátový řepkový šrot lze použít jako alternativní zdroj krmiva bez negativních účinků na přírůstky, pokud se používá ve vyvážené stravě ve výkrmu prasat [9].

Obsah minerálních prvků ve zdrojích bílkovin nesplňuje u prasat minimální nutriční požadavky na úrovni bílkovinných doplňků používaných ve vyvážené výživě. Obvykle se doplňuje komerčně vyráběnými směsmi stopových minerálů do krmiva. Řepkový šrot je lepší zdroj vápníku, selenu a zinku než sójová moučka, ale horší zdroj draslíku a mědi. Jeho vysoký obsah kyselin a vlákniny snižuje dostupnost mnoha minerálních prvků [5]. V naší studii se hladiny minerálů v krvi u obou pokusných skupinách udržovaly v normálním fyziologickém rozmezí. Cu a Zn se účastní jako spolufaktory v nesčetných metabolických systémech enzymů u prasat [28].

Profil mastných kyselin vepřového hřbetního tuku přímo odráží profil mastných kyselin ve výživě prasat [19]. Řepkový olej je bohatý na mononenasycené mastné kyseliny (MUFA) a má vyšší hladinu n-3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA), zatímco sojový olej má vysoký obsah C18: 2 (kys. linolová) a střední hladiny C18: 1 (kys. olejová) a C18: 3 (kyselina linolenová). U prasat se mastné kyseliny z krmiva vstřebávají beze změny ze střeva a jsou zabudovány do tkáňových tuků [31]. Proto tuk ve výživě ovlivňuje profil mastných kyselin v tukové tkáni [3]. Řepkový šrot extrahovaný rozpouštědly obsahuje malé množství zbytkového oleje (asi 3% v sušině). V sójových krmivech extrahovaných rozpouštědly je obsah oleje obvykle nižší než 2 %. Obsah tuku v krmivu (etherový extrakt) se v našich krmivech pohyboval mezi 23,3 a 30,8 g/kg. V naší studii jsme mezi skupinami nepozorovali žádné rozdíly mezi celkovým podílem nasycených mastných kyselin (SFA), mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA). Ve vzorcích hřbetního tuku prasat z experimentální skupiny (tRSM) byla signifikantně vyšší hladina mononenasycené kyseliny palmitolejové ($P < 0,01$) a polynenasycené kyseliny α-linolenové ($P < 0,05$).

Nevrkla a kol. [18] ve studii s prasaty hybridní kombinace Large White × Landrace × Duroc × Pietrain, která je velmi populární pro produkci masa, analyzoval složení mastných kyselin v hřbetním tuku. Ve srovnání s našimi výsledky vykázaly jeho výsledky ve vzorcích hřbetního tuku vyšší obsah C18: 3 n-3 (kys. α-linolenová) (0,97 g/ 100 g celkových mastných kyselin) a srovnatelný obsah C16: 1 n-7 (kys. palmitolejová) (2,3 g/ 100 g celkových mastných kyselin).

## ZÁVĚR

Tato analýza ukázala malé a nevýznamné účinky ošetřeného řepkového šrotu jako alternativního zdroje krmiva v předvýkrmu a výkrmu prasat. Koncentrace minerálů v séru nebyly ovlivněny zařazením ošetřeného řepkového šrotu do výživy v období růstu prasat. Obě proteinová krmiva (sójová moučka a ošetřený řepkový šrot) neměla významný účinek na celkový poměr nasycených (SFA), mononenasycených (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA) v hřbetním tuku prasat.

## PODĚKOVÁNÍ

*Tato studie byla podporována projektem VEGA No. 1/ 0402/20 "Vliv doplňkových látek ve výživě monogastrických zvířat na zdraví produkce, produkční parametry, kvalitu produktů a životní prostředí".*

## ZDROJE

1. **Agerbirk, N., Olsen, C. E., 2012:** Glucosinolate structures in evolution. *Phytochemistry*, 77, 16—45. DOI: 10.1016/j.phyto-chem.2012.02.005.
2. **AOAC Association of Official Analytical Chemists International, 2001:** In **Horwitz, W. (Ed.):** *Official Methods of Analysis*, 17th edn., Arlington, USA. AOAC Inc.
3. **Benz, J. M., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Nelssen, J. L., DeR-ouchey, J. M., Sulabo, R. C., Goodband, R. D., 2011:** Effect of dietary iodine value product on growth performance and carcass fat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 89, 1419— 1428. DOI: 10.2527/jas.2010-3126.
4. **Bell, J. M., 1984:** Nutrients and toxicants in rapeseed meal: A review. *J. Anim. Sci.*, 58, 996—1010. DOI: 10.2527/ jas1984.584996x.
5. **Blair, R., 2007:** *Nutrition and Feeding of Organic Pigs*. 2nd edn., Cabi Series, CABI, Wallingford, UK, 272 pp.
6. **Choi, H. B., Jeong, J. H., Kim, D. H., Lee, Y., Kwon, H., Kim, Y. Y., 2015:** Influence of rapeseed meal on growth performance, blood profiles, nutrient digestibility and economic benefit of growing-finishing pigs. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, 28, 9, 1345—1353. DOI: 10.5713/ajas.14.0802.
7. **Čertík, M., Sláviková, L., Masrnová, S., Šajbidor, J., 2006:** Enhancement of nutritional value of cereals with γ-linolenic acid by fungal solid state fermentations. *Food Technol. Biotechnol.*, 44, 75—82.
8. **Hanczakowska. E., Swiatkiewicz, M., 2014:** Legume seeds and rapeseed press cake as replacers of soybean meal in feed for fattening pigs. *Ann. Anim. Sci.*, 14, 4, 921—934. DOI: 10.2478/aoas-2014-0068.
9. **Hansen, J. Ø., Øverland, M., Skrede, A., Anderson, D. M., Collins, S. A., 2020:** A meta-analysis of the effects of dietary canola/double low rapeseed meal on growth performance of weanling and growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 259, 114302. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114302.
10. **King, R. H., Eason, P. E., Kerton, D. K., Dunshea, F. R., 2001:** Evaluation of solvent-extracted canola meal for growing pigs and lactating sows. *Austral. J. Agric. Res.*, 52, 10, 1033—1041. DOI: 10.1071/AR01011.
11. **Kraft, W., Dürr, M. U., 2001:** 30. Reference values. In **Hajko and Hajková:** *Clinical Laboratory Diagnosis in Veterinary Medicine* (Slovak/Czech edn.), Bratislava, 365 pp.
12. **McDonnell, P., O'Shea, C., Figat, S., O'Doherty, J. V., 2010:** Influence of incrementally substituting dietary soya bean meal for rapeseed meal on nutrient digestibility, nitrogen excretion, growth performance and ammonia emissions from growing-finishing pigs. *Arch. Anim. Nutr.*, 64, 5, 412—424. DOI: 10.1080/1745039X.2010.496947.
13. **Mejicanos, G., Sanjayan, N., Kim, I. H., Nyachoti, C. M., 2016:** Recent advances in canola meal utilization in swine nutrition. *J. Anim. Sci. Technol.*, 58, 7. DOI: 10.1186/s40781-016-0085-5.
14. **Messerschmidt, U., Eklund, M., Sauer, N., Rist, V. T. S., Rosenfelder, P., Spindler H. K., 2014:** Chemical composition and standardized ileal amino acid digestibility in rapeseed meals sourced from German oil mills for growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 187, 68—76. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.10.009.
15. **Montagne, L., Loisel, F., Le Naou, T., Gondret, F., Gilbert, H., Le Gall, M., 2014:** Difference in short-term responses to a high-fibre diet in pigs divergently selected for residual feed intake. *J. Anim. Sci.*, 92, 1512—1523. DOI: 10.2527/jas.2013-6623.

16. **National Research Council, 2012:** *Nutrient Requirements of Swine*, 11th rev. edn., National Academies Press, Washington, DC, 400 pp.
17. **Nega, T., Woldes, Y., 2018:** Review on nutritional limitations and opportunities of using rapeseed meal and other rape seed by-products in animal feeding. *J. Nutr. Health Food Eng.*, 8, 1, 43—48. DOI: 10.15406/jnhfe.2018.08.00254.
18. **Nevrkla, P., Kapelański, W., Václavková, E., Hadaš, Z., Ce-bulska, A., Horký, P., 2017:** Meat quality and fatty acid profile of pork and backfat from an indigenous breed and a commercial hybrid of pigs. *Ann. Anim. Sci*., 17, 4, 1215—1227. DOI: 10.1515/aoas-2017-0014.
19. **Okrouhlá, M., Stupka, R., Čítek, J., Lebedová, N., Zad-inová, K., 2018:** Effect of duration of dietary rapeseed and soybean oil feeding on physical characteristics, fatty acid profile, and oxidative stability of pig backfat. *Animals*, 8, 11, 193. DOI: 10.3390/ani8110193.
20. **Pettigrew, J. E., Soltwedel, K. T., Miguel, J. C., Palacios, M. F., 2008:** *Fact Sheet-Soybean Use for Swine*. Soybean meal information centre. Feedipedia, http://www.soymeal.org/pdf// swineSoybeanUse.pdf 2008.
21. **Puls, R, 1994:** *Mineral Levels in Animal Health—Diagnostic Data*, 2nd edn., Sherpa International, Clearbrook, DC, Can-ada, 356 pp.
22. **Quiniou, N., Quinsac, A., Crépon, K., Evrard, J., Peyron-net, C., Bourdillon, A., et al., 2012:** Effects of feeding 10 % rapeseed meal (*Brassica napus*) during gestation and lactation over three reproductive cycles on the performance of hyperprolific sows and their litters. *Can. J. Anim. Sci.*, 92, 4, 513—524. DOI: 10.4141/cjas2012-039.
23. **Seneviratne, R. W., Young, M. G., Beltranena, E., Goone-wardene, L. A., Newkirk, R. W., Zijlstra, R. T., 2010:** The nutritional value of expeller-pressed canola meal for grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 88, 6, 2073—2083. DOI: 10.2527/ jas.2009-2437.
24. **Siljander-Rasi, H., Valaja, J., Alaviuhkola, T., Rantam-äki, P., Tupasela, T., 1996:** Replacing soya bean meal with heat-treated, low-glucosinolate rapeseed meal does not affect the performance of growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 60, 1—12. DOI: 10.1016/0377-8401(95)00920-5.
25. **Skoufos, I., Tzora, A., Giannenas, I., Bonos, E., Papagi-annis, N., Tsinas, A., 2016:** Dietary inclusion of rapeseed meal as soybean meal substitute on growth performance, gut microbiota, oxidative stability and fatty acid profile in growing-fattening pigs. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 11, 89—97. DOI: 10.3923/ajava.2016.89.97.
26. **Skugor, A., Kjos, N. P., Sundaram, A. Y., Mydland, L. T., Ånestad, R., Tauson, A. H., Øverland, M., 2019:** Effects of long-term feeding of rapeseed meal on skeletal muscle transcriptome, production efficiency and meat quality traits in Norwegian Landrace growing-finishing pigs. *PLOS ONE*, 14, 8, e0220441. DOI: 10.1371/journal.pone.0220441.
27. **Smit, M. N., Seneviratne, R. W., Young, M. G., Lanz, G., Zi-jlstra, R. T., Beltranena, E., 2014:** Feeding increasing inclusions of canola meal with distillers dried grains and solubles to growing-finishing barrows and gilts. *Anim. Feed. Sci. Tech-nol.*, 189, 107—116. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2013.12.012.
28. **Underwood, E. J., Suttle, N. F., 1999:** *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3rd edn., CABI Publishing, United Kingdom, 624 pp.
29. **Wang, Y., Zhou, J., Wang, G., Cai, S., Zeng, X., Qiao, S., 2018:** Advances in low-protein diets for swine. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 9, 60. DOI: 10.1186/s40104-018-0276-7.
30. **Weightman, R., Garland, P., Phelps, E., Clarke, S., Haz-zledine, M., Berry, P., 2014:** Nutritional value of oilseed rape and its co-products for pig and poultry feed: potential improvements and implications for plant breeders. *HGCA* (Home Grown Cereals) *Res. Rev.*, 80, 58.
31. **Wood, J. D., 1984:** Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In **Wiseman, J. (Ed.):** *Fats in Animal Nutri-tion*, 1st edn., Butterworths, London, UK, 407—435.
32. **Yun, H. M., Lei, X. J., Lee, S. I., Kim, I. H., 2018:** Rapeseed meal and canola meal can partially replace soybean meal as a protein source in finishing pigs. *J. Appl. Anim. Res.*, 46, 1, 195—199. DOI: 10.1080/09712119.2017.1284076.

*Obdrženo 27. srpna 2020*
*Přijato 16. října 2020*