



VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, v.v.i.

Praha Uhřetěves

## **CERTIFIKOVANÁ METODIKA**

# **Způsoby ovlivnění profilu mastných kyselin v hovězím mase prostřednictvím výživy**

### **Autoři**

**Ing. Luděk Bartoň, Ph.D.**

**Ing. Daniel Bureš, Ph.D.**

### **Oponenti**

**Prof. Ing. Jan Šubrt, CSc.**

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

**Ing. Pavel Hakl**

Ministerstvo zemědělství České republiky, Odbor živočišných komodit

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002701404.

**2009**

ISBN 978-80-7403-035-2

# Obsah

I. CÍL METODIKY	4
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY	4
1. Úvod	4
2. Způsoby výkrmu používané pro modifikaci skladby mastných kyselin v hovězím mase	6
3. Závěr	15
III. SROVNÁNÍ „NOVOSTÍ“ POSTUPŮ	16
IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	16
V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	17
VI. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	18

## I. Cíl metodiky

Cílem předložené metodiky je popsat konkrétní možnosti modifikace profilu mastných kyselin v hovězím masu prostřednictvím změn ve výživě vykrmovaného skotu tak, aby jejich zastoupení více odpovídalo současným zdravotním doporučením z hlediska konzumenta.

Metodika vznikla jako součást řešení výzkumného záměru MZe ČR (MZE0002701404).

## II. Vlastní popis metodiky

### 1. Úvod

Hovězí maso je z nutričního hlediska potravinou bohatou na řadu biologicky hodnotných živin. Jedná se zejména o vysoce stravitelné bílkoviny obsahující všechny esenciální aminokyseliny, důležité mikrobiogenní prvky (železo, zinek, selen) nebo vitaminy (A, B2, B3, B5, B6, D, kyselina listová). Přesto se spotřeba hovězího masa v České republice v posledním období výrazně snížila a nyní jen nepatrně přesahuje hranici 10 kg na obyvatele a rok. Příčin tohoto poklesu je celá řada, např. vyšší cena, široce medializované případy výskytu nemocí skotu typu slintavka a kulhavka nebo BSE, stravovací návyky populace nebo nevyrovnaná kvalita nabízeného produktu.

Dalším z důvodů nižší oblíbenosti hovězího masa mohou být i obavy spotřebitelů týkající se zdravotních důsledků spojených s jeho konzumací. Ačkoliv řada těchto „obav“ nemá reálný základ, faktem zůstává, že složení mastných kyselin (MK) hovězího tuku, zejména kvůli vysokému podílu nasycených mastných kyselin, neodpovídá současným zdravotním doporučením. Na druhé straně je hovězí maso jedním z přirozených zdrojů n-3 polynenasycených MK a konjugované kyseliny linolové, kterým jsou v současnosti připisovány pozitivní účinky na lidské zdraví, např. ochrana proti vzniku kardiovaskulárních a nádorových onemocnění, podpora imunitního systému atd.

Tuk (lipidy) se v jatečném těle skotu vyskytuje jako tuk podkožní, mezisvalový (intermuskulární) a vnitrosvalový (intramuskulární). Intramuskulární tuk se ve svalovině nachází ve formě tukových buněk mezi svalovými vlákny a snopci (tzv. neutrální lipidy tvořící mramorování masa) anebo jako strukturální fosfolipidy (polární lipidy) a cholesterol, které jsou součástí buněčných membrán. V neutrálních a polárních lipidech jsou v různém zastoupení přítomny esterově vázané MK, které jsou z nutričního hlediska nejvýznamnější složkou lipidů obsažených v potravinách. Podle nasycenosti (přítomnosti dvojně vazby) se MK dělí na nasycené (SFA; žádná dvojná vazba), mononenasycené (MUFA; jedna dvojná vazba) a polynenasycené (PUFA; více dvojných vazeb). Z hlediska prostorové konfigurace existují *cis* (většina) anebo *trans* MUFA. V případě PUFA je důležitá i poloha první dvojně vazby od koncové methylové skupiny a rozlišovány jsou PUFA řady n-3 ( $\omega$ -3) a PUFA řady n-6 ( $\omega$ -6).

Obyvatelům zejména vyspělých západních zemí je v současnosti doporučováno, aby snížili podíl celkového tuku v potravě, zejména pak podíl SFA a *trans* mastných kyselin. Hodnota poměru PUFA:SFA v potravinách by měla být vyšší než 0,45. Zároveň by se měl zvýšit příjem PUFA n-3 na úkor PUFA n-6 tak, aby poměr PUFA n-6 : PUFA n-3 v potravě byl menší než 5 (Raes et al., 2004). Světovou zdravotnickou organizací je obecně

doporučováno, aby se na celkovém příjmu energie podílel tuk 15-30 %, SFA < 10 %, PUFA 6-10 %, PUFA n-3 1-2 %, PUFA n-6 5-8 % a *trans* mastné kyseliny < 1 % (WHO, 2003).

Podíl intramuskulárního tuku v hovězím mase u plemen skotu chovaných v ČR obvykle nepřevyšuje 5 %. SFA jsou však z celkového množství MK zastoupeny 45 – 50 %, což je více než např. u vepřového nebo drůbežního masa. Podstatná část SFA hovězího tuku je navíc tvořena kyselinou palmitovou a myristovou, jejichž konzumace zvyšuje množství cholesterolu v krvi, a tím i riziko vzniku srdečně-cévních onemocnění.

Systematické a triviální názvy, schematické zkratky a zařazení nutričně důležitých mastných kyselin, které se vyskytují v lipidech hovězího masa, jsou uvedeny v tabulce 1.

**Tabulka 1: Nutričně významné MK obsažené v lipidech hovězího masa**

Systematický název	Triviální název	Schematická zkratka	Zařazení
tetradekanová	myristová	C14:0	SFA
hexadekanová	palmitová	C16:0	SFA
oktadekanová	stearová	C18:0	SFA
tetradecenová	myristolejová	C14:1 n-5	MUFA
hexadecenová	palmitolejová	C16:1 n-7	MUFA
oktadecenová	olejová	C18:1 n-9	MUFA
oktadecenová	vakcenová	C18:1 n-11 <i>trans</i>	<i>trans</i> MUFA
oktadekadienová	linolová	C18:2 n-6	PUFA n-6
eikosatetraenová	arachidonová	C20:4 n-6	PUFA n-6
oktadekatrienová	$\alpha$ -linolenová	C18:3 n-3	PUFA n-3
eikosapentaenová	EPA	C20:5 n-3	PUFA n-3
dokosapentaenová	klupanodonová	C22:5 n-3	PUFA n-3
dokosahexaenová	DHA	C22:6 n-3	PUFA n-3
oktadekadienová	konjugovaná linolová <i>cis 9 trans 11</i>	CLA <i>c9, t11</i>	PUFA
oktadekadienová	konjugovaná linolová <i>trans 10 cis 12</i>	CLA <i>t10, c12</i>	PUFA

V zastoupení jednotlivých mastných kyselin v tukové tkáni existuje mezi jedinci poměrně značná variabilita, která je podmíněna částečně geneticky, ale do značné míry i prostředím, a to zejména výživou (Bartoň et al., 2005). Proto jsou intenzívně hledány metody, jak pomocí změn ve výživě vykrmovaného skotu modifikovat skladbu mastných kyselin v hovězím mase tak, aby více odpovídala současným požadavkům na zdravou výživu.

## 2. Způsoby výkrmu používané pro modifikaci skladby mastných kyselin v hovězím mase

Zatímco u monogastrů lze profil mastných kyselin ve svalovině a tuku ovlivnit výživou poměrně snadno, protože mastné kyseliny z krmiva jsou v nezměněném stavu absorbovány v tenkém střevě, u přežvýkavců je účinnost této metody do značné míry limitována procesem biohydrogenace v bachoru. Velká část PUFA je zde působením bachorových mikroorganismů hydrogenována na příslušné SFA, což je hlavní příčinou jejich vysokého zastoupení v tuku přežvýkavců. Přesto určitá část PUFA z krmiva biohydrogenaci v bachoru unikne a posléze se stává součástí fosfolipidů a triacylglycerolů v jednotlivých tkáních.

V současnosti lze využít dva základní způsoby výkrmu, prostřednictvím kterých je možné dosáhnout pozitivní změny ve složení mastných kyselin v hovězím mase:

- Zkrmování semen olejnin nebo rostlinných olejů s příznivým složením MK.
- Pastva nebo zkrmování pastevní píče v čerstvém nebo konzervovaném stavu.

### 2.1. Zkrmování semen olejnin nebo rostlinných olejů

Semena olejnin lze zařadit mezi krmiva s vysokou nutriční hodnotou. Díky značnému obsahu tuku mají vysokou koncentraci energie a obsahují nezanedbatelné množství dusíkatých látek. Jejich většímu zastoupení v krmných dávkách však v některých případech brání vyšší zastoupení antinutričních látek, které by mohly negativně ovlivnit zdraví zvířat. Proto by podíl tuku v krmivu neměl překročit určitou hranici. Jako horní mez je uváděno množství přibližně 60 g mastných kyselin na 1 kg přijaté sušiny (Scollan et al., 2008). Tuk přítomný v olejnatých semenech nebo z nich získaných olejích obsahuje odlišné podíly jednotlivých MK. Typické koncentrace některých MK ve vybraných rostlinných olejích jsou uvedeny v tabulce 2. Je však třeba uvést, že tyto hodnoty se mohou do určité míry lišit s ohledem na použitou metodu analýzy, odrůdu olejnin, geografické podmínky, stupeň zralosti atd.

**Tabulka 2: Průměrné složení MK některých rostlinných olejů (White, 2007)**

Olej	Podíl (%) z celkem stanovených mastných kyselin					
	Palmitová C16:0	Palmitolejová C16:1n-7	Stearová C18:0	Olejová C18:1 n-9	Linolová C18:2 n-6	Linolenová C18:3 n-3
Řepkový	3,9	0,2	1,9	64,1	18,7	9,2
Bavlníkový	24,7	0,7	2,3	17,6	53,3	0,3
Lněný	4,8	-	4,7	19,9	15,9	52,7
Palmový	45,1	0,1	4,7	38,8	9,4	0,3
Sojový	11,0	0,1	4,0	23,4	53,2	7,8
Slunečnicový	6,8	0,1	4,7	18,6	68,2	0,5

S cílem ověřit a kvantifikovat vliv zkrmování olejnatých semen na zastoupení jednotlivých mastných kyselin v lipidech hovězího masa jsme provedli tři výkrmové experimenty, ve kterých byly postupně testovány: extrudované lněné semeno (Bartoň et al., 2007), neupravené slunečnicové semeno (Bartoň et al., 2008) a řepkové semeno. Zvířata byla vykrmována v experimentální stáji vybavené tenzometrickými žlaby (Insentec, Marknesse, Nizozemí) umožňujícími přesně zaznamenat denní příjem krmiva u každého jedince (obrázek 1).

**Obr. 1: Tenzometrické žlaby**



### 2.1.1. Lněné semeno

Jalovicím plemen limousin a charolais byla po dobu experimentu (průměrně 247 dnů) podávána krmná dávka s přídatkem 0,7 – 0,8 kg/den extrudovaného lněného semene (70 % lněné semeno, 30 % pšeničné otruby jako nosič). Kontrolní skupině byla zkrmována krmná dávka s téměř totožnou koncentrací energie a dusíkatých látek (tabulka 3), ale bez přídatku lněného semene. V obou dávkách byly zastoupeny kukuřičná siláž, siláž z cukrovarských řízků, luční seno, krmná sláma, pšeničný šrot, sojový extrahovaný šrot a minerální a vitaminový doplněk.

**Tabulka 3: Chemické složení krmných dávek experimentu s extrudovaným lněným semenem**

	Lněné semeno	Kontrola
Dusíkaté látky (g/kg suš.)	115	115
PDIN (g/kg suš.)	71	73
PDIE (g/kg suš.)	81	87
NEV (MJ/kg suš.)	6,4	6,32
Hrubá vláknina (g/kg suš.)	192	194
Tuk (g/kg suš.)	51	28
C14:0 (g/100 g MK)	0,3	0,3
C16:0 (g/100 g MK)	13,4	16,5
C18:0 (g/100 g MK)	3,2	2,8
C18:1n-9 (g/100 g MK)	24,9	27,8
C18:2n-6 (g/100 g MK)	37,9	48,7
C18:3n-3 (g/100 g MK)	20,3	3,9

Jalovice byly poráženy v průměrné porážkové hmotnosti 490 kg. Významné rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyly zjištěny v průměrném denním přírůstku živé hmotnosti ani v příjmu krmiva. Skupiny se mezi sebou nelišily ani v podílu intramuskulárního tuku v roštěnci (*m. longissimus lumborum*).

Profil mastných kyselin intramuskulárního a podkožního tuku jsou uvedeny v tabulce 4.

**Tabulka 4: Profil MK intramuskulárního a podkožního tuku (g MK/100 g MK celkem) jalovic v experimentu s extrudovaným lněným semenem (Bartoň et al., 2007)**

	Intramuskulární tuk		Podkožní tuk	
	Lněné semeno (n = 24)	Kontrola (n = 22)	Lněné semeno (n = 24)	Kontrola (n = 22)
C14:0	2,93	2,96	3,77	3,94
C16:0	<u>27,69</u>	<u>28,59</u>	<u>26,76</u>	<u>28,06</u>
C18:0	17,92	17,46	11,84	12,33
C14:1 n-5	0,44	0,46	1,52	1,53
C16:1 n-7	2,80	2,78	5,74	5,39
C18:1 n-9	37,33	37,23	41,80	40,75
C18:2 n-6	3,48	3,37	<u>1,70</u>	<u>1,56</u>
C20:4 n-6	<u>0,73</u>	<u>0,92</u>	-	-
C18:3 n-3	<u>0,78</u>	<u>0,39</u>	<u>0,47</u>	<u>0,34</u>
C20:5 n-3	<u>0,21</u>	<u>0,15</u>	-	-
C22:5 n-3	<u>0,45</u>	<u>0,37</u>	-	-
C22:6 n-3	0,05	0,04	-	-
CLA*	<u>0,49</u>	<u>0,38</u>	<u>0,98</u>	<u>0,81</u>
SFA	48,54	49,01	42,37	44,33
MUFA	42,20	42,09	51,14	49,54
PUFA	6,01	5,69	<u>2,17</u>	<u>1,89</u>
PUFA n-6	4,53	4,74	-	-
PUFA n-3	<u>1,49</u>	<u>0,95</u>	-	-
PUFA/SFA	0,13	0,12	<u>0,05</u>	<u>0,04</u>
MUFA/SFA	0,88	0,86	<u>1,22</u>	<u>1,13</u>
PUFA n-6/ PUFA n-3	<u>3,07</u>	<u>5,12</u>	<u>3,78</u>	<u>4,85</u>

\* izomery CLA nerozlišeny

Podtržené hodnoty – rozdíl statisticky významný ( $P < 0,05$ )

Použití krmné dávky s přidavkem extrudovaného lněného semene a tedy s vyšším obsahem kyseliny linolenové se projevilo v dvojnásobně vyšším zastoupení této kyseliny a ve snížení obsahu kyseliny palmitové v analyzovaných vzorcích *m. longissimus lumborum*. Zároveň se zvýšil obsah EPA (C20:5 n-3), DPA (C22:5 n-3) a CLA. Podobný, ale méně výrazný rozdíl byl zaznamenán i u kyseliny linolenové a CLA u vzorků podkožního tuku. U pokusné skupiny s obsahem lněného semene v krmné dávce byl zjištěn vyšší poměr



PUFA/SFA a výrazně nižší poměr PUFA n-6/PUFA n-3. PUFA n-3 s dlouhým uhlíkovým řetězcem, zejména EPA a DHA, jsou zejména kvůli svým účinkům snižujícím riziko kardiovaskulárních onemocnění považovány za prospěšné pro lidské zdraví. Proto je zvyšování jejich koncentrace v potravinách, a tedy i v hovězím mase, žádoucí. Kyselina linolenová je esenciální mastná kyselina, jejíž zdroje pro využití ve výživě člověka jsou omezené (Givens et al., 2006). V omezené míře z ní mohou být v lidském organismu in vivo syntetizovány EPA a DHA. Za významný výsledek lze považovat i zvýšení koncentrace CLA, o které se rovněž předpokládá, že její konzumace prospívá lidskému zdraví, i když většina pozitivních vlivů byla doposud prokázána pouze u sledování na zvířatech. Rovněž se podařilo snížit podíl PUFA n-6/PUFA n-3 na hodnotu, která je výrazně nižší než doporučené maximum 5. Jako prostředek ke zvýšení PUFA n-3 je lněné semeno doporučováno i v dalších studiích (Scollan et al., 2001; Raes et al., 2004).

### 2.1.2. Slunečnice

Krmná dávka s přídatkem neloupané slunečnice (0,6 – 0,8 kg/den) a kontrolní krmná dávka se stejnou koncentrací energie a dusíkatých látek, ve které byl jako zdroj tuku použit přípravek Megalac (vápenatá sůl mastných kyselin palmového oleje), byly podávány býkům plemen charolais a masný simentál po dobu cca 200 dnů. Jako další ingredience krmné dávky obsahovaly kukuřičnou siláž, luskoobilní senáž, siláž z cukrovských řízků, vojtěškové seno, pšeničné otruby, pšeničný šrot, sojový extrahovaný šrot a minerální a vitaminový doplněk. Chemické složení krmných dávek je uvedeno v tabulce 5.

**Tabulka 5: Chemické složení krmných dávek experimentu se slunečnicí**

	Slunečnice	Kontrola
Sušina (g/kg)	553	546
PDIN (g/kg suš.)	81	84
PDIE (g/kg suš.)	81	86
NEV (MJ/kg suš.)	6,95	6,94
Hrubá vláknina (g/kg suš.)	219	203
Tuk (g/kg suš.)	51	46
C14:0 (g/100 g MK)	0,2	0,5
C16:0 (g/100 g MK)	9,2	15,2
C18:0 (g/100 g MK)	3,7	25,4
C18:1 n-9 (g/100 g MK)	23,0	26,7
C18:2 n-6 (g/100 g MK)	58,7	42,3
C18:3 n-3 (g/100 g MK)	1,9	8,0

Býci byli poráženi v průměrné porážkové hmotnosti 650 kg. Použitá krmná dávka neovlivnila denní přírůstek živé hmotnosti, spotřebu živin na den a na 1 kg přírůstku, ani ukazatele jatečného rozboru. Z výsledků tedy vyplývá, že přídatek neloupané slunečnice v množství do 0,8 kg/den v krmné dávce vykrmovaných býků se na produkčních ukazatelích výkrmu významně neprojevil.

Profil mastných kyselin intramuskulárního tuku je uveden v tabulce 6. Výsledky jsou v důsledku výskytu interakcí plemeno × krmná dávka uvedeny zvlášť pro jednotlivá plemena.

Přídavek neloupané slunečnice s vysokým obsahem kyseliny linolové se projevil ve zvýšení její koncentrace v intramuskulárním tuku, což vedlo i ke zvýšení zastoupení PUFA. Naopak byl zaznamenán pokles koncentrace SFA. Zvýšení koncentrace PUFA se však týkalo zejména PUFA n-6 na úkor PUFA n-3, což z hlediska lidské výživy nelze považovat za zcela optimální. Podobné výsledky byly zaznamenány i při zkrmování dalších olejnin s vysokým obsahem kyseliny linolové, např. sojových bobů nebo bavlníkových semen. Naopak příznivým výsledkem je 25 % zvýšení koncentrace CLA *c9t11*. Výsledky našeho sledování se do značné míry shodují s výsledky popsány v dalších studiích (Shah et al., 2006; Basarab et al., 2007), které však vycházejí z experimentů provedených v odlišných produkčních podmínkách.

**Tabulka 6: Profil MK intramuskulárního tuku býků (g MK/100 g MK celkem) plemen charolais a masný simentál s přídavkem semene slunečnice v krmné dávce (Bartoň et al., 2008)**

	Charolais		Masný simentál	
	Slunečnice (n=12)	Kontrola (n=10)	Slunečnice (n=12)	Kontrola (n=12)
C14:0	2,66	2,61	2,23	2,36
C16:0	<u>25,79</u>	<u>29,00</u>	<u>23,69</u>	<u>27,35</u>
C18:0	<u>23,70</u>	<u>21,78</u>	<u>23,35</u>	<u>20,73</u>
C14:1 n-5	0,28	0,30	0,28	0,30
C16:1 n-7	<u>1,93</u>	<u>2,00</u>	<u>1,86</u>	<u>2,21</u>
C18:1 n-9	32,47	31,98	34,61	34,87
C18:2 n-6	<u>6,49</u>	<u>5,50</u>	<u>7,00</u>	<u>5,47</u>
C20:4 n-6	0,95	0,98	1,25	1,00
C18:3 n-3	<u>0,52</u>	<u>0,56</u>	<u>0,50</u>	<u>0,55</u>
C20:5 n-3	0,16	0,15	0,14	0,13
C22:5 n-3	0,34	0,39	0,37	0,38
C22:6 n-3	0,02	0,03	0,03	0,03
CLA <i>c9, t11</i>	<u>0,34</u>	<u>0,25</u>	<u>0,31</u>	<u>0,24</u>
CLA <i>t10, c12</i>	0,01	0,01	0,01	0,01
SFA	<u>52,15</u>	<u>53,40</u>	<u>49,28</u>	<u>50,45</u>
MUFA	35,87	35,46	37,98	38,63
PUFA	<u>8,84</u>	<u>7,98</u>	<u>9,71</u>	<u>7,96</u>
PUFA n-6	<u>7,81</u>	<u>6,86</u>	<u>8,67</u>	<u>6,88</u>
PUFA n-3	<u>1,03</u>	<u>1,12</u>	<u>1,03</u>	<u>1,08</u>
PUFA/SFA	<u>0,17</u>	<u>0,15</u>	<u>0,20</u>	<u>0,19</u>
MUFA/SFA	0,69	0,67	0,77	0,77
PUFA n-6/ PUFA n-3	<u>7,67</u>	<u>6,20</u>	<u>8,62</u>	<u>6,45</u>

*Podtržené hodnoty – rozdíl mezi skupinami s odlišnou krmnou dávkou statisticky významný (P<0,05)*

### 2.1.3. Řepka

Další olejninou, jejíž semeno lze využít ke krmným účelům, je řepka. V současnosti se využívají odrůdy s nízkým obsahem glukosinolátů a kyseliny erukové. Řepkový olej je bohatým zdrojem zejména kyseliny olejové.

Do našeho experimentu byli zařazeni býci českého strakatého skotu, kříženci plemen charolais x české strakaté a trojplemenní kříženci piemontese x (charolais x české strakaté). Zvířata byla v rámci každé plemenné skupiny rozdělena na základě věku a hmotnosti do dvou vyrovnaných skupin, kterým byla po dobu cca 200 dnů podávána experimentální krmná dávka obsahující řepkové semeno (0,55 kg/den) a kontrolní krmná dávka obsahující jako zdroj tuku Megalac. Obě dávky byly izonitrogenní a izokalorické (tabulka 7). Produkční ukazatele jako denní přírůstek živé hmotnosti, konverze krmiva, jatečná výtěžnost nebo složení jatečného těla nebyly použitou krmnou dávkou ovlivněny.

**Tabulka 7: Chemické složení krmných dávek experimentu s řepkovým semenem**

	Řepka	Kontrola
Sušina (g/kg)	362	354
PDIN (g/kg suš.)	98	104
PDIE (g/kg suš.)	86	86
NEV (MJ/kg suš.)	7,04	7,15
Hrubá vláknina (g/kg suš.)	212	212
Tuk (g/kg suš.)	51	47
C14:0 (g/100 g MK)	0,2	0,3
C16:0 (g/100 g MK)	10,3	13,7
C18:0 (g/100 g MK)	4,3	4,6
C18:1 n-9 (g/100 g MK)	39,2	30,1
C18:2 n-6 (g/100 g MK)	30,3	33,8
C18:3 n-3 (g/100 g MK)	9,6	11,3

**Tabulka 8: Profil MK intramuskulárního tuku (g MK/100 g MK celkem) býků v experimentu s řepkovým semenem**

	Řepka (n = 14)	Kontrola (n = 15)
C14:0	2,53	2,44
C16:0	<u>25,60</u>	<u>27,58</u>
C18:0	<u>21,19</u>	<u>18,42</u>
C14:1 n-5	0,30	0,33
C16:1 n-7	2,15	2,50
C18:1 n-9	34,22	35,03
C18:2 n-6	5,18	5,46
C20:4 n-6	0,85	0,88
C18:3 n-3	1,03	0,87

C20:5 n-3	0,20	0,16
C22:5 n-3	0,44	0,39
C22:6 n-3	0,03	0,02
CLA <i>c9, t11</i>	0,31	0,30
CLA <i>t10, c12</i>	0,01	0,01
SFA	49,32	48,44
MUFA	39,56	40,58
PUFA	8,03	8,15
PUFA n-6	6,34	6,71
PUFA n-3	1,70	1,44
PUFA/SFA	0,16	0,17
MUFA/SFA	0,81	0,84
PUFA n-6/ PUFA n-3	<u>3,81</u>	<u>4,82</u>

*Podtržené hodnoty – rozdíl statisticky významný ( $P < 0,05$ )*

V tabulce 8 je uvedeno zastoupení MK v intramuskulárním tuku vzorků odebraných z *m. longissimus lumborum*. Z výsledků je patrné, že ve složení nutričně významných MK nebo poměrů MK u experimentální skupiny nenastaly výrazné změny. Příčinou byla pravděpodobně rozsáhlá bachorová biohydrogenace MUFA a PUFA obsažených v krmivu, o čemž svědčí i zvýšený obsah kyseliny stearové jako produktu biohydrogenace kyseliny olejové, která byla v krmivu nejvíce zastoupena u skupiny, které bylo podáváno řepkové semeno.

Jak už bylo zmíněno, největším problémem při snaze o modifikaci profilu MK u přežvýkavců je rozsáhlá biohydrogenace PUFA obsažených v krmivech bachorovými mikroorganismy. Proto se hledají cesty, jak tyto kyseliny před degradací v bachoru ochránit. K tomu jsou využívány hlavně různá tepelná nebo chemická ošetření semen olejnin a rostlinných olejů před jejich zkrmováním.

## 2.2. *Pastva nebo zkrmování pastevní píče v čerstvém nebo konzervovaném stavu*

Z MK obsažených v zelených rostlinách má nejvyšší zastoupení kyselina linolenová (50 – 75 %; Scollan et al., 2006). Důvodem je unikátní schopnost rostlin kyselinu linolenovou *de novo* syntetizovat, zatímco pro zvířata je tato kyselina (spolu s kyselinou linolovou) esenciální a musí ji přijímat v potravě. Pastevní porost a silážované pícniny proto v krmných dávkách pro přežvýkavce tvoří významný zdroj této kyseliny.

### 2.2.1. *Pastva*

Vliv pastvy na složení MK v hovězím mase lze demonstrovat na výsledcích experimentu (French et al., 2000), kdy byly vykrmovaným volům po dobu 85 dnů před porážkou podávány krmné dávky, ve kterých byla jaderná krmiva postupně nahrazována různým podílem pastevní píče (0, 510, 770 a 1000 g/kg sušiny). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

**Tabulka 9: Profil MK intramuskulárního tuku  
(g MK/100 g MK celkem; převzato z French et al., 2000)**

	Podíl pastevního porostu v krmné dávce (g/kg sušiny)			
	0	510	770	1000
C14:0	2,34	2,52	2,61	2,71
C16:0	<u>27,40</u>	<u>24,72</u>	<u>24,07</u>	<u>22,84</u>
C18:0	15,95	16,13	15,51	14,72
C14:1 n-5	0,60	0,59	0,66	0,66
C16:1 n-7	3,98	3,86	3,82	3,88
C18:1 n-9	38,64	38,62	39,61	40,58
C18:2 n-6	2,96	2,60	2,32	2,11
C18:3 n-3	<u>0,72</u>	<u>0,87</u>	<u>1,01</u>	<u>1,03</u>
CLA	<u>0,37</u>	<u>0,54</u>	<u>0,66</u>	<u>1,08</u>
SFA	<u>48,07</u>	<u>45,71</u>	<u>44,86</u>	<u>42,82</u>
MUFA	41,48	40,90	42,31	43,07
PUFA	4,93	4,53	4,71	5,35
PUFA n-6	3,21	3,12	3,04	3,14
PUFA n-3	<u>0,84</u>	<u>1,13</u>	<u>1,25</u>	<u>1,36</u>
PUFA/SFA	<u>0,09</u>	<u>0,10</u>	<u>0,11</u>	<u>0,13</u>
PUFA n-6/ PUFA n-3	<u>4,15</u>	<u>2,86</u>	<u>2,47</u>	<u>2,33</u>

\* izomery CLA nerozlišeny

Podtržené hodnoty – rozdíl statisticky významný ( $P < 0,05$ )

Z výsledků je patrné, že se zastoupení MK a poměry MK, důležité z nutričního hlediska, poměrně významně změnilo. Zvýšila se koncentrace kyseliny linolenové, CLA, PUFA n-3 a poměr PUFA/SFA, zatímco poměr PUFA n-6/PUFA n-3 se snížil. Z hlediska konzumenta lze všechny tyto změny považovat za žádoucí. Dalším důležitým faktorem je doba trvání pastvy. Bylo prokázáno, že při zvýšení počtu pastevních dnů z 0 až na 158 docházelo k lineárnímu zvyšování koncentrace kyseliny linolenové a CLA v intramuskulárním a podkožním tuku jalovic (Noci et al., 2005). Je možné konstatovat, že pastva nebo zkrmování čerstvého zeleného krmiva je účinným a přitom za určitých okolností snadno dostupným i ekonomicky výhodným nástrojem, kterým lze dosáhnout příznivé modifikace profilu MK v hovězím mase.

### 2.2.2. Silážované pícniny

Pastevní výkrm skotu nebo využití zelených krmiv se v podmínkách ČR příliš neuplatňují. Více typická je krmná dávka založená na konzervovaných objemných krmivech částečně doplněných jadrnou směsí. Jako objemné krmivo je nejčastěji využívána kukuřičná siláž, ale uplatňují se rovněž silážované pícniny - siláže vojtěškové, luskovinoobilní, jetelotravní a travní. V důsledku oxidačních procesů v průběhu zavadnutí píce před silážováním sice dochází k určitému úbytku PUFA n-3 a zejména kyseliny linolenové, přesto je jejich zastoupení v konzervovaných pícninách poměrně vysoké. Lze tedy předpokládat, že využití

silážovaných pícech v krmné dávce vykrmovaného skotu se projeví ve zvýšení obsahu nutričně žádoucích MK v hovězím mase.

Provedli jsme experiment, ve kterém byly testovány 2 krmné dávky s různým obsahem energie a dusíkatých látek, které byly založeny buď na kukuřičné siláži nebo na luskovinoobilní a vojtěškové siláži. Jejich chemické složení uvádí tabulka 10.

**Tabulka 10: Chemické složení krmných dávek – náhrada kukuřičné siláže luskovinoobilní a vojtěškovou siláží**

	KD s kukuřičnou siláží	KD s luskovinoobilní a vojtěškovou siláží
Sušina (g/kg)	469	540
PDIN (g/kg suš.)	93	85
PDIE (g/kg suš.)	92	85
NEV (MJ/kg suš.)	7,73	6,75
Hrubá vláknina (g/kg suš.)	165	270
Tuk (g/kg suš.)	28	19
C14:0 (g/100 g MK)	0,5	0,8
C16:0 (g/100 g MK)	16,00	18,5
C18:0 (g/100 g MK)	5,6	6,5
C18:1 n-9 (g/100 g MK)	21,7	8,6
C18:2 n-6 (g/100 g MK)	47,4	23,4
C18:3 n-3 (g/100 g MK)	4,9	28,1

Do výkrmu byli zastaveni býci plemen české strakaté, charolais a kříženců charolais × české strakaté s průměrnou počáteční hmotností 284 kg a experiment byl ukončen po cca 205 dnech v průměrné porážkové hmotnosti cca 600 kg. Vliv nižší koncentrace energie a vyššího obsahu vlákniny se u skupiny krmené vojtěškovou a luskovinoobilní siláží projevil v nižších přírůstcích živé hmotnosti a vyšší spotřebě živin na 1 kg přírůstku (Bartoň et al., 2007). U vzorků svaloviny této skupiny byl rovněž zaznamenán nižší podíl intramuskulárního tuku. Složení MK v *m. longissimus lumborum* je uvedeno v tabulce 11. I přes biohydrogenaci kyseliny linolenové v bachelu býků se podařilo koncentraci této kyseliny v intramuskulárním tuku 2,2 krát navýšit. Vyšší dostupnost této MK se dále projevila v její rozsáhlejší konverzi na PUFA n-3 s dlouhým uhlíkovým řetězcem (zejména EPA a DHA). Výrazně se rovněž snížil podíl PUFA n-6/PUFA n-3, který se u této skupiny dostal hluboko pod maximální doporučenou hranici (5,0). Lze tedy konstatovat, že náhrada kukuřičné siláže luskovinoobilní a vojtěškovou siláží v krmné dávce vykrmovaných býků má z pohledu lidské výživy pozitivní vliv na profil MK v hovězím mase.

**Tabulka 11: Profil MK intramuskulárního tuku (g MK/100 g MK celkem) býků - náhrada kukuřičné siláže luskovinoobilní a vojtěškovou siláží**

	KD s kukuřičnou siláží	KD s luskovinoobilní a vojtěškovou siláží
C14:0	2,32	2,32
C16:0	26,97	27,57
C18:0	19,53	20,33
C14:1 n-5	0,23	0,26
C16:1 n-7	2,25	2,03
C18:1 n-9	<u>35,88</u>	<u>31,82</u>
C18:2 n-6	4,79	5,49
C20:4 n-6	0,95	1,15
C18:3 n-3	<u>0,63</u>	<u>1,39</u>
C20:5 n-3	<u>0,17</u>	<u>0,32</u>
C22:5 n-3	<u>0,41</u>	<u>0,72</u>
C22:6 n-3	<u>0,02</u>	<u>0,04</u>
CLA <i>c9, t11</i>	0,22	0,26
CLA <i>t10, c12</i>	0,04	0,04
SFA	48,82	50,22
MUFA	<u>40,75</u>	<u>36,46</u>
PUFA	<u>7,40</u>	<u>9,54</u>
PUFA n6	6,16	7,07
PUFA n3	<u>1,23</u>	<u>2,47</u>
PUFA/SFA	0,15	0,19
MUFA/SFA	<u>0,84</u>	<u>0,73</u>
PUFAn6/ PUFAn3	<u>5,27</u>	<u>3,28</u>

*Podtržené hodnoty – rozdíl statisticky významný ( $P < 0,05$ )*

### 3. Závěr

Význam bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti potravin v poslední době narůstá. Protože míra poznání týkající se pozitivních nebo negativních vlivů obsahu jednotlivých MK v potravě na lidské zdraví je poměrně vysoká, jsou hledány cesty, jak složení MK v lidské výživě co nejvíce přiblížit zdravotním doporučením. Proto jsme své výzkumné aktivity zaměřili na definici a kvantifikaci faktorů, které ovlivňují profil MK v lipidech hovězího masa. V předkládané metodice popisujeme úpravy krmných dávek vykrmovaného skotu

vedoucí k cílené produkci hovězího masa, které bude více splňovat požadavky na nutričně vyváženou potravinu. Přestože dosažené změny v profilu MK v hovězím mase nejsou v absolutních hodnotách vysoké, lze modifikace krmných dávek považovat za významný nástroj ovlivňující příjem nutričně významných MK.

Získané poznatky lze shrnout do následujících bodů:

- Příklad přidavek semen olejnin (extrudované lněné semeno, neupravené slunečnicové a řepkové semeno) v množství nepřevyšujícím 5 % celkového tuku v sušině krmných dávek pro vykrmovaný skot nezhoršil ukazatele výkrmnosti (přírůstek živé hmotnosti, konverze živin), jatečného rozboru ani složení jatečného těla.
- S ohledem na pozitivní změny v profilu MK intramuskulárního tuku hovězího masa se nejlépe osvědčilo využití extrudovaného lněného semene, které se projevilo ve významném zvýšení koncentrace kyseliny linolenové, CLA, PUFA n-3 a snížení poměru PUFA n-6/PUFA n-3 v intramuskulárním tuku.
- Jako bohatý a lehce dostupný zdroj kyseliny linolenové lze využít zkrmování pastevního porostu anebo silážovaných pícnin. Výsledkem jsou, podobně jako v případě lněného semene, pozitivní změny ve složení MK ve výsledném produktu – hovězím mase.

### **III. Srovnání „novosti“ postupů**

Zatímco v minulosti byl důraz kladen především na kvantitativní stránku produkce, v současnosti si stále větší pozornost odborníků na zdravou výživu i samotných spotřebitelů získávají otázky kvality živočišných produktů, mezi které patří i problematika nutriční hodnoty hovězího masa. Předkládaná metodika přináší nové informace o praktických možnostech, kterými lze do určité míry pozitivně měnit skladbu MK v hovězím mase tak, aby lépe odpovídala zdravotním doporučením. Nové poznatky byly získány zejména na základě vlastních exaktních experimentů, které byly realizovány s použitím plemen skotu chovaných v ČR a v produkčních podmínkách odpovídajících současné výrobní praxi. Výsledky byly publikovány v zahraničních i tuzemských vědeckých časopisech.

### **IV. Popis uplatnění certifikované metodiky**

Metodika je určena chovatelským svazům, zemědělským poradcům, případně jednotlivým výkrmcům skotu či podnikům zpracovatelského průmyslu, kteří mají zájem o cílenou produkci hovězího masa s vyšší nutriční hodnotou z hlediska skladby mastných kyselin.



## V. Seznam použité související literatury

- Bartoň, L., Kudrna, V., Bureš, D., Krejčová, M., Zahrádková, R. (2005): Factors affecting fatty acid composition and dietetic value of beef. *Animal Science Papers and Reports*, 23: 261-267.
- Bartoň, L., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R., Teslík, V. (2007): Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 52: 269-276.
- Bartoň, L., Marounek, M., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R. (2008): Growth, carcass traits, chemical composition and fatty acid profile in beef from Charolais and Simmental bulls fed different types of dietary lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 2622-2630.
- Bartoň, L., Marounek, M., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R. (2007): Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. *Meat Science*, 76: 517-523.
- Basarab, J. A., Aalhus, J. L., Shah, M. A., Mir, P. S., Baron, V. S., Dugan, M., Okine, E. K., Robertson, W. M. (2007): Effect of feeding sunflower seeds on the performance, carcass characteristics, meat quality, retail stability and sensory characteristics of pasture-fed and feedlot finished beef. *Canadian Journal of Animal Science*, 87: 15-27.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., Oriordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J., Moloney, A.P. (2000): Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78: 2849-2855.
- Givens, D.I., Kliem, K.E., Gibbs, R.A. (2006): The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Science*, 74: 209-218.
- Noci, F., Monahan, F. J., French, P., Moloney, A. P. (2005): The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*, 83: 1167-1178.
- Raes, K., De Smet, S., Demeyer, D. (2004): Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a Review. *Animal Feed Science and Technology*, 113: 199-221.
- Raes, K., Haak, L., Balcaen, A., Claeys, E., Demeyer, D., De Smet, S. (2004): Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscled Belgian Blue young bulls. *Meat Science*, 66: 307-315.
- Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannenberger, D., Richardson, I.M.A. (2006): Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, 74: 17-33.
- Scollan, N. D., Choi, N. J., Kurt, E., Fisher, A. V., Enser, M., Wood, J. D. (2001): Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, 85: 115-124.
- Shah, M. A., Mir, P. S., Aalhus, J. L., Basarab, J., Okine, E. K. (2006): Effects of sunflower seed inclusion in finishing diets for steers on performance, carcass characteristics, muscle

and adipose fatty acid composition and meat quality. *Canadian Journal of Animal Science*, 86: 37-48.

White, P.J. (2007): Fatty acids in oilseeds (vegetable oils). In: *Fatty acids in foods and their health implications* (3rd edition). Edited by C.K. Chow. Taylor and Francis Group, USA: 227-263.

WHO (2003): Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical report Series 916, Geneva.

## **VI. Seznam publikací, které předcházely metodice**

Bartoň, L., Kudrna, V., Bureš, D., Krejčová, M., Zahrádková, R. (2005): Factors affecting fatty acid composition and dietetic value of beef. *Animal Science Papers and Reports*, 23: 261-267.

Bartoň, L., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R., Teslík, V. (2007): Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 52: 269-276.

Bartoň, L., Marounek, M., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R. (2008): Growth, carcass traits, chemical composition and fatty acid profile in beef from Charolais and Simmental bulls fed different types of dietary lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 2622-2630.

Bartoň, L., Marounek, M., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R. (2007): Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. *Meat Science*, 76: 517-523.

**Vydal:** Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.  
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

**Název:** Způsoby ovlivnění profilu mastných kyselin v hovězím mase prostřednictvím výživy

**Autor:** Ing. Luděk Bartoň, Ph.D.  
Ing. Daniel Bureš, Ph.D.

**ISBN:** 978-80-7403-035-2

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002701404.