

**Vědecký výbor výživy zvířat**

**Význam hovězího masa  
v potravinovém řetězci**

**Vliv krmné dávky skotu na profil mastných  
kyselin hovězího masa**

**Ing. Petr Homolka, Ph.D.**

**Ing. Václav Kudrna, CSc.**

Praha, září 2008



**Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.**

Přátelství 815, Praha - Uhřetěves,

PSČ: 104 01, [www.vuzv.cz](http://www.vuzv.cz)

## OBSAH

<b>1.</b>	<b>Úvod</b> .....	2
<b>2.</b>	<b>Výroba a spotřeba hovězího masa ve světě a v ČR</b> .....	3
<b>3.</b>	<b>Kvalita hovězího masa</b>	11
<b>4.</b>	<b>Charakteristika lipidů</b> .....	14
4.1	Dělení lipidů.....	14
4.2	Mastné kyseliny.....	15
4.2.1	Cis a trans – nenasycené mastné kyseliny.....	16
4.3	Doporučený příjem MK v lidské výživě.....	17
4.4	Kvalita tuků a požadavky spotřebitelů.....	21
<b>5.</b>	<b>Význam a trávení lipidů u přežvýkavců</b> .....	23
<b>6.</b>	<b>Charakteristika a význam CLA</b> .....	25
6.1	Obsah CLA v hovězím mase.....	26
6.1.1	Faktory ovlivňující obsah CLA v hovězím mase.....	28
<b>7.</b>	<b>Vliv krmiv na profil MK hovězího masa</b> .....	30
7.1	Vliv zkrmování lipidů.....	33
7.1.1	Vliv olejnatých semen v dietě.....	33
7.1.2	Vliv zkrmování olejů.....	35
7.1.3	Vliv pastvy .....	35
7.1.4	Krmení rybím olejem.....	36
7.1.5	Působení dalších krmiv.....	37
<b>8.</b>	<b>Vliv zpracování a uskladnění hovězího masa na obsah CLA a profil MK.</b>	38
8.1	Vliv zpracování hovězího masa.....	38
8.2	Vliv skladování hovězího masa.....	38
<b>9.</b>	<b>Závěr</b> .....	39
<b>10.</b>	<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	40
<b>11.</b>	<b>Seznam literatury</b> .....	41

## 1. ÚVOD

Základem výroby hovězího masa v ČR je skot kombinovaných a mléčných plemen. V současné době se zvyšuje nabídka zejména jatečných kříženců se specializovanými masnými plemeny, ale také podíl samotných masných plemen. Výběrem krmiv pro tato zvířata můžeme do určité míry ovlivňovat chemické složení, obsah vody, obsah a složení tuku včetně koncentrace mastných kyselin, dále obsah energie, koncentraci některých minerálních látek a vitaminů a fyzikální a technologické vlastnosti masa. Krmiva mají rozdílné zastoupení mastných kyselin (FA) ve své tukové složce a je tedy možné jejich zařazením v různé míře ovlivnit i obsah FA v mase, resp. v tělesném tuku. Při zkrmování krmiv s vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin (UFA) se může stát, že v batoru dojde k jejich nasycení, případně i k transizomerizaci, takže se ve zvýšeném množství ani nemusí v tělesném tuku vyskytovat.

Hovězí maso je někdy negativně hodnoceno pro obsah lipidů a ze zdravotního hlediska nevhodných mastných kyselin. Je považováno za jídlo s nadměrným obsahem tuku a významně vysokým podílem nasycených mastných kyselin, což může přispívat k rozvoji určitých lidských chorob (Williams, 2000). Odborníci na lidskou výživu prosazují vyšší příjem polynenasycených mastných kyselin, a to hlavně  $\omega$ -3 PUFA, na úkor příjmu  $\omega$ -6 PUFA (Department of Health, 1994). Poměr PUFA/SFA (P/S) a  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 PUFA jsou brány za důležité koeficienty FA pro vyhodnocení kvality lidské výživy. Obecně doporučené průměrné hodnoty jsou  $\leq 5$  pro poměr  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 PUFA (Department of Health, 1994) a 0,45 – 0,64 pro poměr P/S (Wood et al., 1999). Jde tedy o podněty pro produkci masa se zvýšeným podílem některých FA jako jsou PUFA (Scollan et al., 2005) a CLA (Mir et al., 2004).

Využití diet a mastných kyselin, v nich obsažených jako prostředku redukce rakoviny a dalších závažných chorob u lidské populace se v posledních letech věnuje velká pozornost. Jednou z mastných kyselin, které je připisována řada pozitivních zdravotních účinků, je konjugovaná kyselina linolová (CLA), jejímiž základními dietetárními zdroji jsou produkty přežvýkavců - jejich mléko a maso. CLA je souhrnný název pro celou sérii konjugovaných dienolových pozičních a geometrických izomerů kyseliny linolové. Izomer *cis*-9, *trans*-11 je základní dietetární formou CLA, jenž se nachází v produktech přežvýkavců a je produkován částečnou batorovou biohydrogenací kyseliny linolové nebo endogenní syntézou v samotných tkáních.

## 2. VÝROBA A SPOTŘEBA HOVĚZÍHO MASA VE SVĚTĚ A V ČR

Chov skotu patří v ČR a většině zemí světa k pilířům živočišné výroby. Až do roku 1990 bylo zabezpečení produkce skotu v ČR řešeno plemeny s kombinovanou užitkovostí. Od roku 1992 začalo docházet k postupné restrukturalizaci stáda u nás chovaného skotu se záměrem vyššího zastoupení plemen s jednostrannou užitkovostí. Od té doby se začíná zvyšovat i podíl chovaných specializovaných masných plemen. Ve větším množství se v ČR v současné době chová 12 masných plemen, z nichž největší podíl mají plemena středního rámce (aberdeen-angus, hereford, belgické bílomodré, limusin, piemont, gasconne). Druhou skupinu tvoří plemena velkého tělesného rámce a to blonde d'aquitaine, charolais, masný simentál a rustikální plemeno salers. Z plemen malého tělesného rámce je u nás chován skotský náhorní skot a plemeno gallovay. Každé z chovaných plemen má své charakteristické znaky a vlastnosti (Teslík a kol., 2000). Všechny se vyznačují vysokou nutriční kvalitou masa. Na celkové produkci jatečného skotu v ČR se podílejí více býci a jatečné krávy a v omezené míře jalovice a telata.

**Tab. Stavby skotu ve světě (Holá, 2008) v tis. ks.**

<b>Země</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007*</b>	<b>2007/06 v %</b>
Indie	283 103	282 500	282 300	282 000	-0,1
Brazílie	165 462	169 567	173 816	180 300	3,7
Čína	134 672	137 818	140 435	139 442	-0,7
USA	94 888	95 438	96 702	97 003	0,3
EU 27	90 375	89 319	89 672	88 463	-1,3
Argentina	50 768	50 167	50 166	51 164	2,0
Austrálie	26 640	27 270	27 782	28 846	3,8
Mexiko	28 437	27 572	26 949	26 644	-1,1
Rusko	22 285	21 100	19 850	19 000	-4,3
Jižní Afrika	13 540	13 510	13 790	13 917	0,9
Kanada	14 555	14 925	14 655	14 155	-3,4
Jiné země	61 362	58 014	57 020	55 849	-2,1
<b>Celkem</b>	<b>986 117</b>	<b>987 200</b>	<b>993 137</b>	<b>996 783</b>	<b>0,4</b>

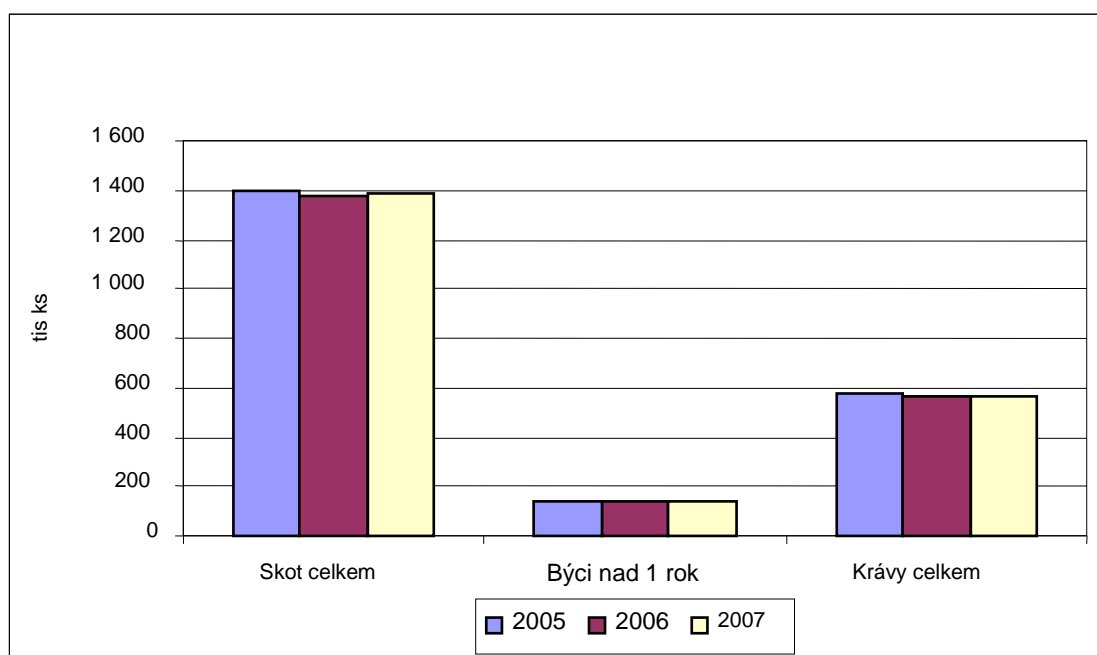
**Tab. Stavby skotu v EU (Holá, 2008) v tis. ks.**

<b>Země</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007*</b>	<b>2007/06 v %</b>
Francie	19 181	18 948	18 930	18 902	-0,1
Německo	13 386	13 031	12 919	12 601	-2,5
Spojené království	10 504	10 425	10 160	10 010	-1,5
Španělsko	6 560	6 653	6 467	6 456	-0,2
Itálie	6 727	6 515	6 460	6 340	-1,9
Irsko	6 223	6 212	6 192	6 002	-3,1
Polsko	5 277	5 200	5 385	5 281	-1,9
Nizozemsko	3 735	3 759	3 746	3 673	-1,9
Rumunsko	2 897	2 812	2 861	2 934	2,6
Belgie	2 684	2 657	2 604	2 607	0,1
Rakousko	2 052	2 051	2 011	2 003	-0,4
Dánsko	1 681	1 616	1 572	1 579	0,4
Švédsko	1 553	1 552	1 533	1 516	-1,1
Portugalsko	1 389	1 443	1 439	1 407	-2,2
ČR	1 427	1 368	1 352	1 390	2,8
Finsko	977	952	945	929	-1,7
Litva	812	792	800	839	4,9
Maďarsko	739	723	708	702	-0,8
Řecko	624	640	707	683	-3,4
Bulharsko	749	680	630	637	1,1
Slovensko	593	540	528	508	-3,8
Slovinsko	450	451	453	454	0,2
Lotyšsko	379	371	385	377	-2,1
Estonsko	260	249	252	245	-2,8
Lucembursko	185	184	182	186	2,2
Kypr	59	60	58	56	-3,4
Malta	18	19	20	19	-5,0
<b>EU15</b>	<b>77 461</b>	<b>76 637</b>	<b>75 866</b>	<b>74 893</b>	<b>-1,3</b>
<b>EU25</b>	<b>87 489</b>	<b>86 412</b>	<b>85 806</b>	<b>84 764</b>	<b>-1,2</b>
<b>EU27</b>	<b>91 121</b>	<b>89 902</b>	<b>89 297</b>	<b>88 334</b>	<b>-1,1</b>

**Tab. Početní stavy hospodářských zvířat v České republice k 1. dubnu (Kvapilík a kol., 2008) v tis. kusů.**

Ukazatel	2002	2005	2006	2007	2008	Rozdíl <sup>1)</sup>
Skot celkem	1 520	1 397	1 374	1 391	1 402	+11
Z toho telata do 6měs. věku	237	215	212	218	216	-2
mladý skot 6-12 měs.	224	194	193	197	200	+3
býci nad 1 rok	165	139	136	139	144	+5
jalovice 1–2 roky	220	201	199	201	205	+4
jalovice nad 2 roky	78	74	70	71	68	-3
krávy celkem	596	574	564	565	569	+4
z toho dojené krávy	496	433	424	410	406	-4
krávy BTM	100	141	140	155	163	+8

**Graf: Vývoj stavů skotu v ČR v letech 2006 – 2008 (Holá, 2008; Kvapilík a kol., 2008)**



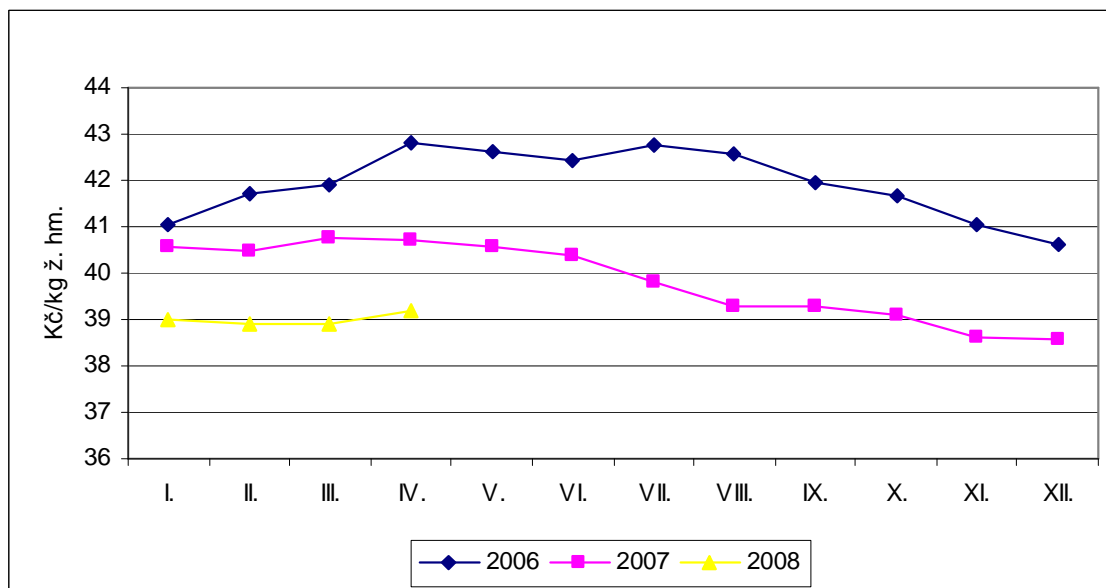
**Tab. Porážky skotu v ČR podle kategorií (Holá, 2008) v ks.**

<b>Rok</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Krávy	141 348	136 547	138 053	120 228	110 773
Býci + voli	183 464	187 341	151 703	121 534	129 453
Jalovice	37 289	36 878	33 537	24 019	21 868
Telata	12 362	14 098	12 519	7 805	7 563
<b>Skot celkem</b>	<b>374 463</b>	<b>374 864</b>	<b>335 812</b>	<b>273 586</b>	<b>269 657</b>
Dospělý skot	362 101	360 766	323 293	265 781	262 094

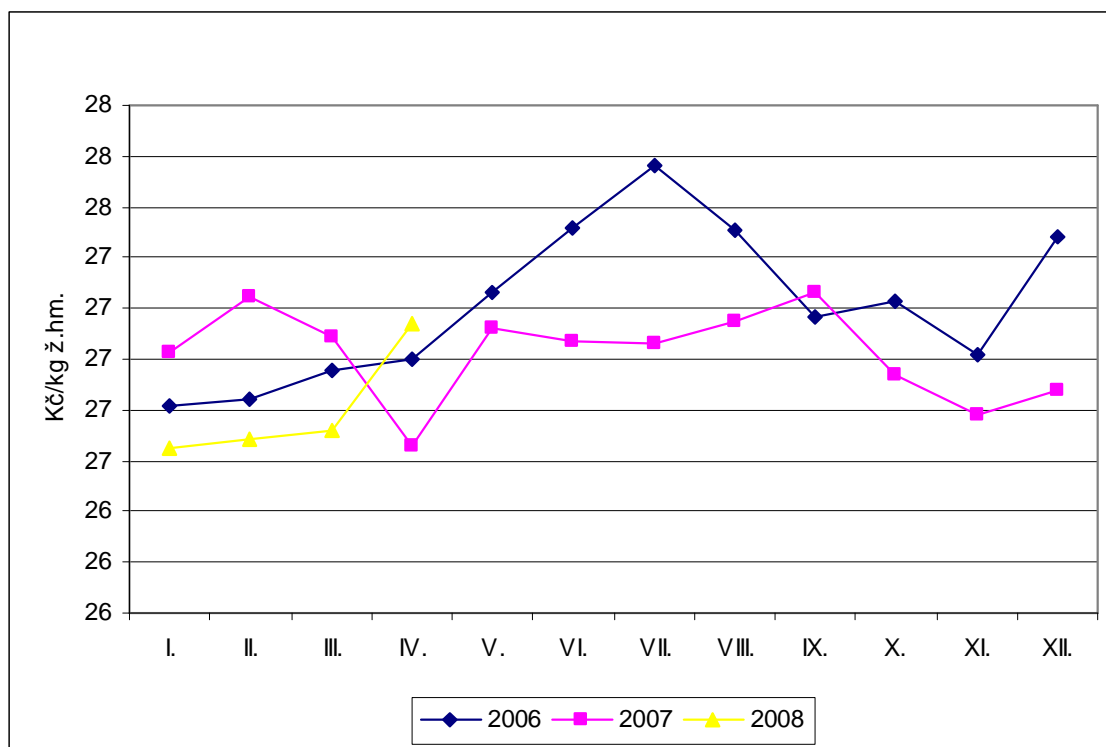
**Tab. Porážky skotu v ČR podle kategorií ( Holá, 2008) v t jat.hm.**

<b>Rok</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Krávy	37 449	37 347	37 696	32 210	29 415
Býci + voli	60 613	62 106	49 939	41 090	44 074
Jalovice	9 364	9 161	8 169	5 933	5 373
Telata	735	880	856	479	465
<b>Skot celkem</b>	<b>108 161</b>	<b>109 494</b>	<b>96 660</b>	<b>79 712</b>	<b>79 328</b>
Dospělý skot	107 42637	108 614	95 804	79 232	78 863

**Graf: Ceny placené zemědělským výrobcům za býky jatečné (tř.j. S, E, U) v Kč/kg živé hmotnosti (Holá, 2008)**

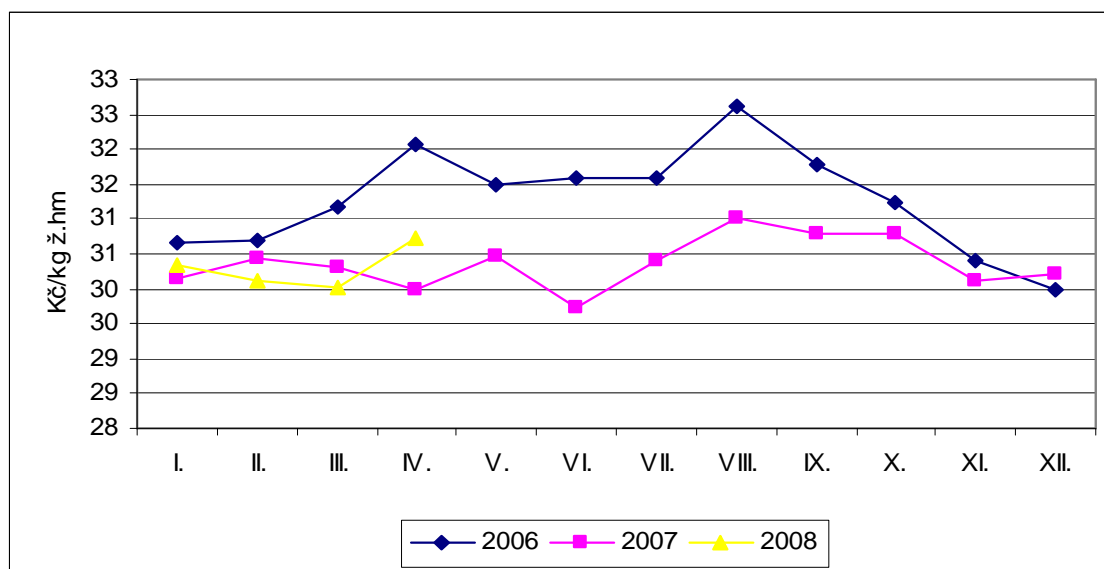


**Graf: Ceny placené zemědělským výrobcům za krávy jatečné (tř.j. S, E, U) v Kč/kg živé hmotnosti (Holá, 2008)**





**Graf : Ceny placené zemědělským výrobcům za jalovice jatečné (tř.j. S, E, U) v Kč/kg živé hmotnosti (Holá, 2008)**



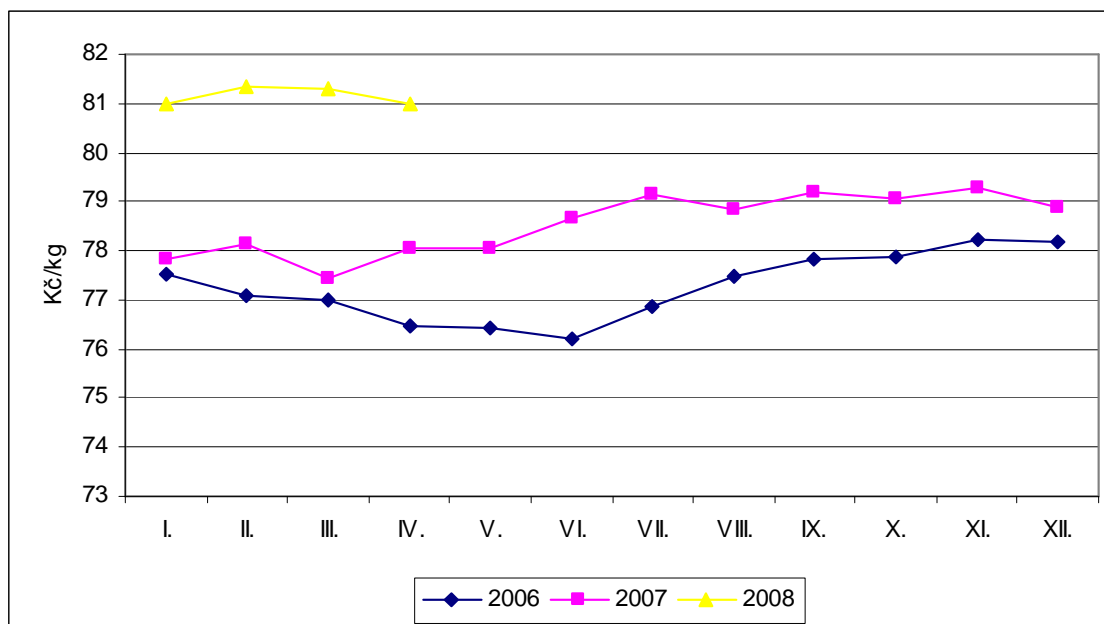
**Tab. Spotřeba hovězího a telecího masa ve vybraných zemích a ve světě (Holá, 2008)**  
tis.t

Země	2004	2005	2006	2007*	2007/06 v %
USA	12 667	12 664	12 834	12 830	0,0
EU 27	8 582	8 550	8 649	8 674	0,3
Čína	6 712	7 041	6 967	7 404	6,3
Brazílie	6 417	6 795	6 964	7 311	5,0
Argentina	2 519	2 451	2 553	2 673	4,7
Mexiko	2 376	2 428	2 519	2 568	1,9
Rusko	2 300	2 492	2 361	2 392	1,3
Indie	1 638	1 633	1 694	1 765	4,2
Japonsko	1 169	1 188	1 159	1 182	2,0
Pákistán	975	1 004	1 090	1 119	2,7
Kanada	1 023	1 079	1 086	1 099	1,2
Jiné země	10 238	10 426	10 835	10 968	1,2
<b>Celkem</b>	<b>56 616</b>	<b>57 751</b>	<b>58 711</b>	<b>59 985</b>	<b>2,2</b>

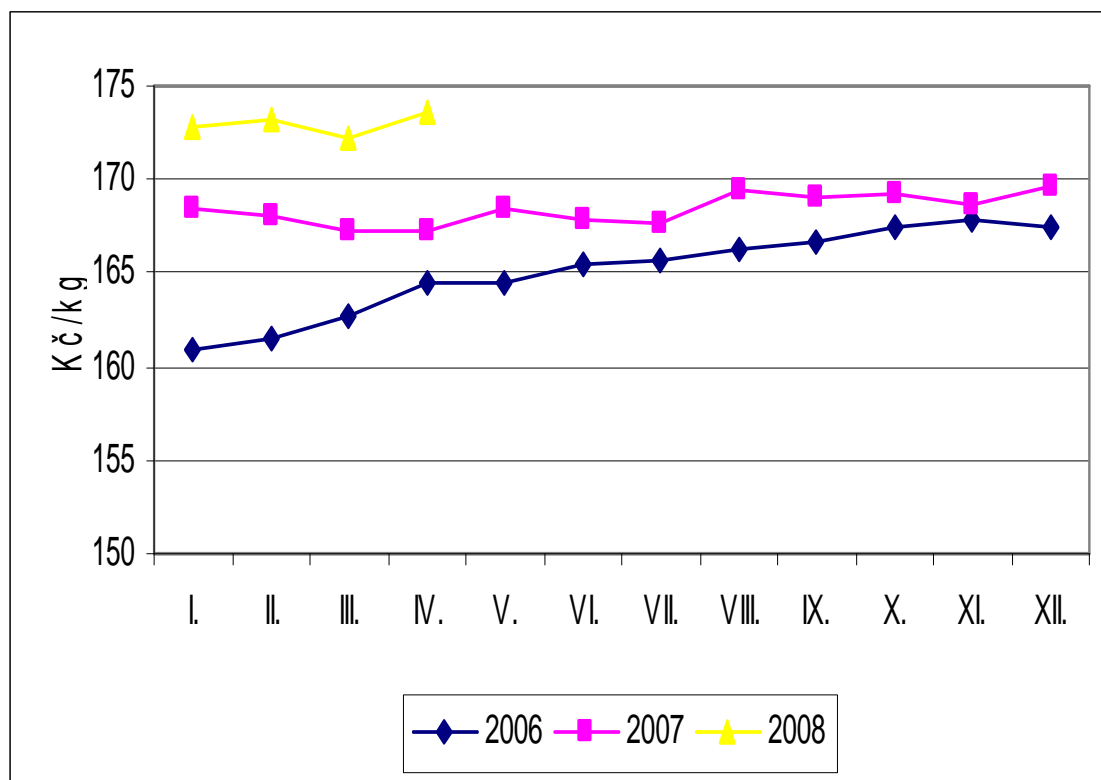
**Tab. Bilance výroby a spotřeby hovězího masa (Holá, 2008) tis. t jat. hm.**

Ukazatel	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Počáteční zásoba	3,8	2,7	4,9	4,8	4,9	4,2	6,4	6,5
Výroba	112,3	112,6	108,9	107,1	95,6	90,1	92,1	92,0
Dovoz	6,8	0,2	3,1	3,7	10,4	19,3	17,1	18,4
Celková nabídka	122,9	115,5	116,9	115,7	110,8	113,6	115,6	116,7
Domácí spotřeba	113,7	91,3	99,6	101,4	81,5	85,3	86,2	86,1
Vývoz	6,5	19,3	12,5	9,5	25,1	21,9	22,9	26,9
Celková poptávka	120,2	110,6	112,1	110,8	106,7	107,2	109,1	113,0
Konečná zásoba	2,7	4,9	4,8	4,9	4,2	6,4	6,5	3,8
Soběstačnost	98,8	123,3	109,3	105,7	117,2	105,6	106,8	106,8

**Graf : Spotřebitelské ceny za hovězí maso přední s kostí v Kč/kg (Holá, 2008)**



Graf: Spotřebitelské ceny za hovězí maso zadní bez kosti v Kč/kg (Holá, 2008)



### 3. KVALITA HOVĚZÍHO MASA

Obzvláště hovězí maso přichází na trh v rozdílné kvalitě, která je ovlivněna nejen krmnou dávkou, ale i řadou dalších faktorů. Patří k nim např. plemeno, pohlaví, stáří zvířete, porážková hmotnost, doba zrání masa apod. Fortin et al. (1980, 1981) zjistili, že restrikcí diety byly způsobeny změny v intenzitě růstu jednotlivých tkání (svalovina, tuk, kosti, šlachy). Velikost změn však závisela na plemeni a pohlaví poražených zvířat. Výraznější redukce obsahu tuku v jatečném těle se při restrikci krmné dávky týkala všech pohlaví (býci, volí, jalovice) zvířat ranějšího plemene aberdeen angus, zatímco u později dospívajících zvířat holštýnského plemene změny zaznamenány nebyly. Existence interakce mezi úrovní výživy a tělesným rámcem volů zařazených do experimentu popisují Tatum et al. (1988). Interakce výživa vs. rámec těla (genotyp) se projevila i ve stupni protučnělosti jatečných těl. Keele et al. (1993) na základě výkrmu volů do čtyř porážkových hmotností (400 – 720 kg) při dvou typech diety (74 % kukuřičného šrotu vs. 74 % kukuřičné siláže) zjistili, že variabilita obsahu tuku v jatečném těle je z 55 % spojena s hmotností jatečného těla, z 10 % s počtem dnů potřebných k dosažení jatečné hmotnosti a z 10 % s typem krmné dávky. Kirchgessner et al. (1993) při dvou úrovních výživy a při srovnatelné porážkové hmotnosti zjistili vždy vyšší podíl tuků v jatečném těle býků než u volů a jalovic. K názoru, že zvýšený příjem energie je spojen s vyšším obsahem tuku a nižším obsahem proteinu a vody v měkkých tkáních jatečného těla, se na základě experimentu s odlišně intenzivním výkrmem volů různých plemen do rozdílné porážkové hmotnosti připojují Keane et al. (1991).

Organoleptické vlastnosti hovězího masa jsou v úzkém vztahu s obsahem intramuskulárního tuku (Keane et al. 1991). Při nízké úrovni intramuskulárního tuku (mramorování) jsou zjišťovány méně uspokojivé výsledky v křehkosti a šťavnatosti masa. Existuje minimální úroveň, pod kterou by obsah tuku neměl klesnout, aniž by přitom nebyly ovlivněny sensorické vlastnosti masa, ale současně by měl být obsah tuku v mase na akceptovatelné úrovni. Běžný spotřebitel v současnosti požaduje konzistentně krátké maso s typickou chutí a vůní a nízkým obsahem tuku (Homer et al., 1997).

Křehkost masa je ve značné míře proteolytický proces, který je řízen vlastními enzymy masa. Jako u všech enzymaticky katalyzovaných prvků mají hodnota pH, teplota a doba trvání značný vliv na její průběh. Mimo to může být křehkost masa pozitivně ovlivněna mechanickými vlivy (Augustini a Fischer, 1999). Pro hovězí maso je často jako

optimální předpokládaná doba zrání 10 – 14 dnů, což není ekonomicky podloženo. Delší skladování současně znamená vyšší ztráty (Augustini a Fischer, 1999).

Důležitými ukazateli z pohledu zákazníka jsou vedle křehkosti též vůně, chuť a barva podle které se spotřebitel většinou orientuje v první řadě. S barvou masa je zákazníkem spojována jeho čerstvost, ale i další senzorycké vlastnosti jako křehkost a chuť. Právě barva masa je nanejvýš kritickým ukazatelem, neboť podléhá na základě oxidačních procesů rychlým změnám. Tak se mění po delší expozici kyslíkem tvorbou metmyoglobulinu podmíněná změna barvy z třešňově červené na purpurově červenou až šedohnědou. U hovězího masa je známo, že suplementace vitamínem E na jedné straně zvyšuje stabilitu barvy masa (déle zůstává červené), ale na druhé straně způsobuje zvýšenou oxidaci, tzn. maso se kazí.

Složení mastných kyselin tuků a intramuskulární tkáně může být změněno rozdílnými faktory vlivu jako krmení, plemeno, pohlaví, růst, hormony a stupeň ztučnění. Ender et al. (2000) sledovali vliv růstu, plemena a krmení na složení mastných kyselin svalů skotu, přičemž zjistili signifikantní rozdíly v kvalitativním i kvantitativním ukládání tuku u plemen. Svaly od Galloway a bílo-modrých belgických býků obsahovaly vysokou koncentraci n-3 mastných kyselin.

Odlišná skladba krmné dávky se může odrazit také v různém složení mastných kyselin obsažených v podkožním, mezisvalovém a nitrosvalovém tuku. Eichorn et al. (1986) uvádí, že podíl nasycených mastných kyselin v tuku dospělých krav stoupal s množstvím přijaté krmné dávky s vysokým obsahem energie. Opačné výsledky publikují Aharoni et al. (1995), kteří ve své práci zjistili, že k vyššímu podílu nasycených mastných kyselin u holštýnských býčků dochází při restrikci příjmu energie pomocí snížení koncentrace energie v krmné dávce. De Smet et al. (2000) sledovali vliv koncentrace energie a dusíkatých látek v krmné dávce na složení mastných kyselin u býků plemene belgické modrobílé. Více než množství energie obsažené v krmné dávce se na skladbě mastných kyselin v tuku projevilo jejich zastoupení v komponentech krmné dávky. Podíl polynenasycených a nasycených mastných kyselin byl výrazně výhodnější u zvířat, u kterých byl zjištěn nižší stupeň protučnělosti, a to bez ohledu na podávanou krmnou dávku.

Hovězí maso je celosvětově důležitým zdrojem vysoce hodnotné živočišné bílkoviny. Maso a masné produkty se velmi liší v obsahu tuku podle druhu zvířete, věku zvířete a použité části jatečného těla (Livsmedelsverket, 2004). Tuk masa obsahuje nejčastěji mononenasycené mastné kyseliny (MUFAs) a nasycené mastné kyseliny (SFAs).

Všudypřítomné mastné kyseliny jsou olejová (C18:1), palmitová (C16:0) a stearová (C18:0) kyseliny. Hovězí maso obsahuje ve srovnání s drůbežím a vepřovým méně nenasycených mastných kyselin. Kyselina linoleová (C18:2) je převládající PUFA (~0,5-7%), následována alfa-linolenovou kyselinou (až do 0,5%). Obsah cholesterolu v mase se pohybuje mezi 30 a 120 mg/100 g potravin (Valsta et al., 2005).

Nejnovější doporučená množství příjmu živin publikované jako výsledky společných konzultací expertů WHO/FAO (WHO, 2003) jsou založeny na rozšířené shodě že „vyvážená strava“ má preventivní vliv na chronické nemoci, např. obesity, cukrovka typ 2, rakovina a kardiovaskulární nemoci. Tyto pokyny zahrnují následující cíle pro příjem tuku: celkový tuk potravy zahrnuje 15-30 % energie (En%); nasycené mastné kyseliny <10 En%; n – 6 polynenasycené mastné kyseliny 5-8 En%; n – 3 polynenasycené mastné kyseliny 1-2 En%; trans-mastné kyseliny <1 En% (Valsta et al., 2005).

Z nutričního hlediska je hovězí maso vynikajícím zdrojem biologicky hodnotné bílkoviny (20 – 25 g proteinů/100 g), vitamínu B12, niacinu, vitamínu B6, cholinu, železa, zinku a fosforu. Je zdrojem omega-3 polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem. Navíc k tradičním nepostradatelným živinám s definovanými požadavky obsahuje maso bioaktivní substance s potenciálně prospěšnými efekty (taurin, L-carnitin, konjugovaná linoleová kyselina, endogenní antioxidanty, kreatin (Williams 2007)).

## 4. CHARAKTERISTIKA LIPIDŮ

### 4.1. Dělení lipidů

Pro vysoký obsah energie (39 kJ na kg sušiny) jsou důležitou komponentou ve výživě zvířat. Jsou nepostradatelné pro zdraví, vývoj a výstavbu organismu. Lipidy nejsou jednotně definovány chemicky, hlavní podmínkou zařazení sloučenin do této skupiny je jejich hydrofobnost. Obecně se definují jako přírodní sloučeniny obsahující vázané mastné kyseliny se 4 a více atomy uhlíku ve sloučenině.

Podle chemického složení se lipidy třídí na:

- homolipidy
- heterolipidy
- komplexní lipidy
- volné mastné kyseliny (MK) a jejich sole

Homolipidy jsou sloučeniny MK a alkoholů. Rozdělují se podle struktury alkoholu. Heterolipidy jsou sloučeniny MK, alkoholů a další kovalentně vázané sloučeniny (kyselina fosforečná ve fosfolipidech). Komplexní lipidy jsou složeny z homolipidů, heterolipidů a dalších sloučenin vázaných kovalentními, nebo vodíkovými vazbami a hydrofobními interakcemi (Velíšek, 1999).

V praxi se pak používá poměrně nelogické třídění (vycházející z chování sloučenin při chromatografickém dělení) na:

- neutrální lipidy
- polární lipidy

Mezi neutrální lipidy patří estery glycerolu, steroly a jejich estery a volné mastné kyseliny. Mezi polární lipidy jsou zařazeny fosfolipidy a heterolipidy.

## 4.2. Mastné kyseliny

Podle skupenství se v potravinářské praxi dělí lipidy na tuky a oleje.

Mastné kyseliny jsou z hlediska výživy nejvýznamnější složkou lipidů. Rozdělujeme je na:

- nasycené MK (saturated fatty acid – SFA)
- nenasycené MK s jednou dvojnou vazbou (monoenuové) (monounsaturated fatty acid – MUFA)
- nenasycené MK se dvěma až šesti dvojnými vazbami (polyenuové) (polyunsaturated fatty acid – PUFA)
- mastné kyseliny s trojnými vazbami (rozvětvené, cyklické)

Nasycené mastné kyseliny mají vzorec  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2) - \text{COOH}$ . Hlavními představiteli jsou kyselina laurová, myristová, palmitová a stearová.

Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou mají vzorec:  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2) - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2) - \text{COOH}$ . Hlavními představiteli jsou kyselina palmitoolejová a olejová (přehled je uveden v tabulce). Mezi nejdůležitější polyenuové kyseliny patří linolová C18:2(n 6), arachidonová C20:4(n 6), linolenová C18:3(n 3), eicosapentaenová C20:5(n 3) a docosahexaenová C22:6(n 3).

Významnou roli hraje pořadí první dvojně vazby od methylového konce z hlediska nutričních účinků. Rozlišujeme tři skupiny : n3 n6 a n9. Důležitá je prostorová konfigurace *cis* a *trans*, neboli nově Z a E, která u kyselin se stejným počtem uhlíků a dvojných vazeb způsobuje rozdílné vlastnosti z hlediska výživy (Komprda, 2003).

V potravě člověka přijímané mastné kyseliny jsou obvykle vázány v neutrálních lipidech - triacylglycerolech nebo fosfolipidech. Po natrávení (hydrolýze) jsou uvolněné MK vstřebány po inkorporaci do micel za účasti solí žlučových kyselin.

Po vstřebání do lymfy a následně do plazmy jsou MK k dispozici pro další využití v organismu. Organismus člověka je schopen syntetizovat MK také *de novo* z acetylkoenzymu a postupným prodlužováním řetězce o dvouuhlíkové zbytky. Některé



MK však lidský organismus není schopen syntetizovat a musí je přijímat v potravě (esenciální MK).

Pro člověka jsou esenciální především dvě MK: kyselina linolová (LA) a  $\alpha$ -linolenová (LNA). První je výchozím metabolitem PUFA řady n-6, druhá řady n-3. Z LA, resp. LNA je už lidský organismus pomocí enzymů desaturáz (zvyšují počet dvojných vazeb v molekule MK) a elongáz (prodlužují molekulu MK) schopen tvořit další potřebné metabolity v rámci obou řad. Důležitý je vyvážený poměr příjmu MK n-6 a n-3 v potravě, protože výše uvedené enzymy nejsou specifické pro PUFA n-6, resp. PUFA n-3, existuje zde tedy substrátová kompetice (Komprda, 2003).

Fyziologicky nejvýznamnějším metabolitem LA je kyselina arachidonová (C 20:4n-6), nejvýznamnějšími metabolity LNA kyselina eikosapentaenová (EPA; C 20:5n-3) a dokosaheptaenová (DHA; C 22:6n-3). Významnými konečnými metabolity obou řad PUFA jsou tzv. eikosanoidy s velice důležitými fyziologickými funkcemi (prostaglandiny, leukotrieny a tromboxany). Uvedené eikosanoidy jsou látky jednak vasoaktivní resp. vasodilatační a dále látky ovlivňující shlukování krevních destiček (agregaci trombocytů).

Fyziologické účinky mastných kyselin se posuzují především s ohledem na ovlivnění hladiny sérového cholesterolu. Hladinu sérového cholesterolu zvyšují (a působí tedy nepříznivě) SFA, především kyselina laurová (C 12:0), myristová (C 14:0) a palmitová (C 16:0). Kyselina stearová (C 18:0) působí v tomto smyslu neutrálně. Dále hladinu sérového cholesterolu zvyšují *trans*-nenasycené MK. V opačném smyslu působí (snižování hladiny sérového cholesterolu, pozitivní působení) MUFA a PUFA (Komprda, 2003).

#### **4.2.1. *Cis* a *trans*-nenasycené MK**

Konfigurace *cis* a *trans* (Z a E) se posuzuje v rovině dvojně vazby. Čísluje se podle uhlíku, z kterého vychází dvojná vazba počítáno od karboxylového konce molekuly MK. Přírodní nenasycené mastné kyseliny rostlin jsou většinou *cis*. Konfigurace *trans* vzniká z potravy přeměněné mikroorganismy v bacheru (hydrogenací linolové kyseliny) Konfigurace *trans* se z potravy ukládá především v depotním tuku a v mléce (především vakcenová kyselina). Z fyziologického hlediska se mění účinek MUFA a PUFA s dvojnou vazbou v poloze *trans*. Nepůsobí zdraví prospěšně jako kyseliny MUFA a PUFA, ale

naopak mají podobné účinky jako nenasycené MK – zvyšují hladinu sérového cholesterolu, LDL cholesterolu, celkových triacylglycerolů a snižují obsah HDL cholesterolu.

*Trans*-nenasycené MK tvoří 6 – 8 % celkových MK mléčného tuku. V lidské výživě jsou jejich největším zdrojem margaríny a z nich vyrobené potraviny. Při procesu hydrogenace rostlinných olejů dochází ke změně konfigurace *cis trans*. Vlivem zkvalitnění technologických postupů množství *trans* kyselin v margarínech však klesá (Komprda, 2003).

**Tab. Obsah *trans*-nenasycených mastných kyselin v některých živočišných tucích (% veškerých *trans*-nenasycených mastných kyselin) (Velíšek, 1999).**

Poloha dvojné vazby	Mléčný tuk <sup>a)</sup>	Tuk másla <sup>a)</sup>	Depotní tuk (lůj) <sup>a)</sup>
8	1-3	1-2	1-2
9	7-15	5-16	8-14
10	4-13	4-7	5-7
11	28-55	51-68	64-69
12	4-9	3-6	2-3
13	4-9	3-6	2-3
14	4-10	4-7	3-4
15	4-8	3-5	2-3
16	5-10	4-7	3-4

<sup>a)</sup> Celkový obsah *trans*-nenasycených kyselin u mléka a másla je 2-8 % a v tukové tkáni (v loji) 2-3 % veškerých mastných kyselin.

#### 4.3. Doporučený příjem mastných kyselin v lidské výživě

Nejdiskutovanějším tématem okolo tuků obsažených v potravinách ve vztahu k lidskému zdraví je jejich úzká souvislost s obezitou, cévními a srdečními chorobami a rakovinou. Pokud se týče obezity, je znepokojující celkový příjem tuku ve vztahu k nadbytečnému příjmu energie. Roli hraje tento problém také u srdečních chorob, ale zde je možná důležitější záležitost typů strávených tuků, především role nasycených tuků versus

polynenasycených a mononenasycených tuků. V případě rakoviny, fakta ukazují spojení buď s celkovým obsahem tuků nebo jen typem tuku ve stravě (Baghurst, 2004).

Červené maso je významným zdrojem tuku v potravě. V USA ukazují aktuální datové tabulky obsah tuku od 3,7 % u nejlibovějších plátků, u většiny však minimálně 6-7 % tuku. V Austrálii analýzy ukazují nižší úrovně mezi 1,6-6,5 % tuku pro hovězí z pastvy i pro hovězí krmené jádrem. Obecně, složení mastných kyselin u vnitrosvalového tuku je podobné jako u podkožního tuku u stejného zvířete (Baghurst, 2004).

Poměrně velmi omezená je literatura týkající se účinků CLA v lidské medicíně. Navíc jsou značné rozdíly mezi studii a významné prospěšné účinky byly zaznamenány v některých živočišných modelech, ale nebyly prokázány v lidských studiích. To je možná způsobeno odlišnostmi mezi dávkováním CLA použitých v živočišných a klinických studiích a rozdíly mezi zdrojem CLA (zda CLA byla doplněna například ve formě tobolek) nebo získána z potravy. Například studie stavby těla a kardiovaskulárního zdraví především užívají doplňků CLA, zatímco studie související s rakovinou spojovaly projev nemoci s přítomností CLA ve stravě. CLA získaná ze stravy má vysoký obsah c9t11 izomerů a obsahuje velmi nízké úrovně t10c12 izomerů. V některých lidských studiích s doplněním CLA mělo podávání lepší výsledky ve srovnání se studii, v kterých CLA byla získána ze stravy. Příjem CLA (ve formě tobolek) může být více efektivní, protože dostupnost je obohacena o c9t11 a t10c12 izomery v různých dávkách. K dispozici je jen velmi limitovaná literatura ohledně studií na lidech a s jednotlivými izomery (c9t11 a t10c12) a různým dávkováním c9t11/t10c12, je tedy obtížné jasně stanovit ochrannou úlohu biologicky účinné CLA izomer pro zlepšení lidského zdraví. Zatímco t10c12 snižuje hromadění tuku u zvířecích modelů, jsou data u lidí nedostatečná, aby mohl být vyvozený stejný závěr. Izomerem c9t11 obohacená CLA je více účinná při zlepšování kardiovaskulárního zdraví. Ze studií o nedostatku a doplnění CLA u pacientů s nádorovým onemocněním je těžké udělat příznivé závěry týkající se CLA, ačkoli oba izomery prokázaly, že jsou prospěšné v buněčných lineárních studiích. Navíc, polynenasycené kyseliny jako je CLA jsou vysoce citlivé na peroxidaci lipidů, proto by měly CLA nebo izomerové preparáty používané u zvířat a lidí být adekvátně doplněny antioxidanty k zabránění žluknutí a zlepšení jejich uchování (Bhattacharya et al., 2006).

Mléko obsahuje v průměru 3,5 % tuku, přičemž CLA tvoří přibližně 0,5 % veškerého tuku. Ritzenthaler et al. (2001) odhadují současný průměrný denní příjem CLA na 150 mg. Pokud předpokládáme denní příjem potravy 600 g, tak zmíněné množství příjmu CLA tvoří pouze 0,025 % diety. Ip et al. (1994) uvádějí, že např. denní dávka 227 ml mléka a dávka sýra 30 g dodávají 90 mg CLA, což při předpokládaném denním příjmu 600 g potravin za den tvoří pouze 0,0015 % diety. To je ale pouze 25 % nejnižší efektivní dávky pro redukci výskytu rakoviny u laboratorních potkanů. Z těchto důvodů je ve zvyšování koncentrace CLA v masě a mléce přežvýkavců potenciál pro zvýšení nutriční a terapeutické hodnoty masa a mléčných výrobků. Příjem CLA z lidské diety lze zvýšit buď navýšením spotřeby masa a mléka přežvýkavců nebo zvýšením obsahu CLA v těchto produktech, což je přístup z řady důvodů reálnější. Z pohledu výživy je považována za žádoucí redukce příjmu celkových tuků a nasycených mastných kyselin (SFA), jako jsou např. kyselina myristová (C<sub>14:0</sub>) a palmitová (C<sub>16:0</sub>), a naopak zvýšení podílu především mononenasycených C<sub>18</sub> a polynenasycených (C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub> a C<sub>22</sub>) mastných kyselin (PUFA). Rovněž důležité jsou i podíly  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 PUFA v lidské výživě, což jsou esenciální mastné kyseliny (VFA), jež nemohou být syntetizovány tkáněmi většiny savců. Průměrná dieta ve vyspělých zemích obsahuje 10 – 20x více  $\omega$ -6 PUFA než  $\omega$ -3 PUFA, což je poměr příliš vysoký (Simopoulos, 1998). Současné výsledky ukazují potenciální zdravotní výhody při zvýšené spotřebě  $\omega$ -3 PUFA zvláště u osob, které jsou geneticky zatíženy některými chorobami, jako jsou např. cukrovka, vysoký krevní tlak, koronární onemocnění srdce, artritida a rakovina (Leaf & Kang, 1998; Geusens et al., 1995).

**Konjugované mastné kyseliny (CFAs)** jsou složeny z polohových a geometrických izomer polynenasycených mastných kyselin s konjugovanými dvojnými vazbami. Výzkumy ukazují, že CFAs mají velmi prospěšné účinky: antinádorové, "antiobézní", antiatherogenní a antidiabetické. Ukazují se také jako prevence počátku vysokého tlaku. Každý izomer má přitom různé funkce, například 10trans, 12cis izomer konjugované kyseliny linolové (CLA) má antikarcinogenní, antiobézní a antidiabetické účinky, zatímco 9cis, 11trans-CLA izomer se uplatňují svými účinky proti rakovině. Ačkoli by bylo zajímavé znát účinky CFAs u lidí, je jen málo zpráv ohledně účinků CLA proti rakovině nebo proti obezitě v humánní medicíně. Jistě budou velmi zajímavé podrobnější studie a hodnocení fyziologických bioaktivit CFA izomerů na životní styl a s ním související onemocnění u lidí a zvířat (Nagao and Yanagita, 2005).

CLA je jedinečná složka potravy v tom, protože je to jediná polynenasycená mastná kyselina, která má anti - kancerogenní účinky jenž byly prokázány na různých místech v řadě experimentů na zvířecích a lidských modelech buněčných kultur. Relativně malé množství CLA (0,1 % hmotnosti ve stravě) (Ip et al., 1994) zabraňuje vývoji nádoru. Nicméně, přímé vyvozování těchto výsledků pro lidi mohou být předčasné. Jsou potřebné další studie, které ukáží jak krátkodobé tak dlouhodobé účinky CLA v klinických pokusech, určení účinků každého izomeru konjugovaných mastných kyselin a zkoumání jejich bezpečnosti pro aplikace k „funkčním“ potravinám, krmivům a neutraceutikách (přírodní látky vyskytující se v potravinách, mají léčebné a preventivní vlastnosti u některých onemocnění, mohou být brány jako potravinové doplňky) (Lee et al., 2005).

Například v mléčném tuku bylo identifikováno přes 400 mastných kyselin, přičemž ze 70% jde o SFA, 25% tvoří MUFA a 5% PUFA (Grummer,1991). Pro lidské zdraví je vhodnější zastoupení 30% SFA, 60% MUFA a 10% PUFA (Hayes a Khosla, 1992). Oficiální doporučení příjmu PUFA, resp. poměr n- 6 : n -3 činí 6 : 1. Cílem je tedy zvýšení příjmu n – 3 MK potravinami a snížení příjmu n – 6 PUFA. Často je v potravinových zdrojích nerovnováha mezi příjmem kyseliny linolové a  $\alpha$ - linolenové zapříčiněná zvýšenou spotřebou olejů a margarínů, což způsobuje nadbytečný příjem kyseliny linolové (n – 6). Místo doporučeného poměru 4 – 10 : 1 se vyskytuje i poměr 25 : 1 a širší. Výzkum ukazuje, že příjem n – 6 PUFA nad určitou hladinu může mít škodlivý vliv.

Z hlediska zdravé lidské výživy je nutné udržet v dietě vhodný obsah PUFA. U dospělých osob je doporučováno, aby PUFA tvořily asi 2 % energetického obsahu potravy, u dětí by PUFA měly tvořit dokonce 3 – 4 %. Větší obsah PUFA v lidské stravě snižuje hladinu cholesterolu krevního séra a zvyšuje jeho vylučování z těla ve formě žlučových kyselin.

Howe et al. (2006) zjišťovali u lidí příjem polynenasycených  $\omega$ -3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem z potravy – masa a ryb. Vycházeli z databáze popisující 4550 potravin a 4298 receptur popsanych v roce 1995 Australian National Nutrition Survey. K určení příjmu z potravy za 24 hodin bylo použito výpovědi 13 858 respondentů. Tento pokus byl potvrzený opakováním dotazníků týkajících se potravy u 8321 jednotlivců ze souboru. Průměrné příjmy mastných kyselin u dospělých odhadované z 24 hodinové "výpovědi" byly 75 mg/d pro eikosapentaenovou kyselinu, 71 mg/d pro dokosapentaenovou kyselinu (DPA) a 100 mg/d pro dokosahexaenovou kyselinu, celkově

tedy 246 mg/d. Tyto údaje byly o 30 % vyšší ve srovnání s předchozími odhady. Rozdíl autoři přisuzují nepřesnostem v předcházejících datech o mastných kyselinách sestavovaných z určitých jídel, zejména se jedná o obsah DPA v masech. Odhadem bylo stanoveno, že dospělí lidé v průzkumu spotřebovali 43 % polynenasycených  $\omega$ -3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem pocházejících z masa, drůbeže a zvěřiny, ve srovnání se 48 % z ryb a mořských produktů. Steaky a játrové paštiky a další maso obsahující obilninu odpovídají za další 4 %. Hovězí a jehněčí přispělo 28 % z celkového příjmu, zatímco vepřové 4 % a drůbeží 10 %. Závěrem autoři shrnují, že maso je hlavním zdrojem polynenasycených  $\omega$ -3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem, zvláště pak DPA.

#### **4.4. Kvalita tuku a nároky spotřebitelů**

Tuk v mase a v masných produktech je obvykle spojován s vysokou kvalitou a některé tuky jsou považované za základní pro vaření a udržování dobré kvality jídla. Nicméně mnoho spotřebitelů také věří, že nadměrná spotřeba může vést ke zvýšenému riziku kardiovaskulárních chorob (Dransfield, 2008).

Hodnocení tuku spotřebitelem zahrnuje elementy samotného tuku (jeho množství a kvalitu) stejně jako smyslové kapacity spotřebitele, kulturní pozadí a zájmy týkající se životního prostředí a etického uvažování v produkci masa. Obsah tuku v mase je u většiny druhů důležitý pro jeho vzhled a některé výzkumné přístupy spojují intuitivně s obsahem tuku i jeho roli v textuře, zahrnující jemnost a šťavnatost a příchuť. Kvůli obavám z potencionálních zdravotních rizik při spotřebě živočišných tuků je často cílem živočišné výroby a metod hospodaření, jako je produkce plemenků, plemen, kříženců, o snižování obsahu tuku v mase (Dransfield, 2008)..

Dransfield E. (2008) sledoval na více než 12,000 konzumentech z 23 zemí nároky a preference spotřebitelů. Mezi nejdůležitějšími faktory bylo množství vepřového hřbetního sádla a barva libového masa, méně důležité pak bylo mramorování a okap. Většina spotřebitelů, zvláště v Polsku, Finsku a Mexiku upřednostňovala nízké pokrytí tukem. Většina irských a australských spotřebitelů preferuje světle červené, libové vepřové maso bez mramorování a s žádným okapem. Nicméně mnoho korejských, japonských a tchajwanských spotřebitelů preferovalo více prorostlé a tučnější vepřové maso. Výsledky ukázaly, že společensko-ekonomické faktory a potravní návyky jsou nejvíce spojené s

volbou pokryvu masa podkožním tukem, ale jen málo faktorů bylo shodných napříč zeměmi. Pohlaví mělo nejvíce shodný vliv a až na jednu zemi vybíraly více ženy než muži vepřové maso s menším pokryvem tuku ( Ngapo, Martin, & Dransfield, 2007 ).

Obecně se obsah tuku v mase jeví jako silně související se vzhledem a výběrem masa, ale obsah tuku v syrovém mase jen slabě souvisí s kvalitou požívání masa.

Charakteristická příchuť masa (Mottram, 1998; Dransfield, 2008) je vytvořena během vaření komplexem sérií reakcí mezi netěkavými součástmi libových a tučných tkání. V současnosti bylo dále identifikováno přes 1000 těkavých složek. Dřívější práce uváděly, že rozdíly příchutě masa jednotlivých druhů jsou velkou měrou způsobeny rozdíly mezi těkavými složkami odvozenými od tuků. Několik stovek těkavých složek odvozených při degradaci lipidů bylo nalezeno ve vařeném mase. Patří sem alifatické uhlovodíky, aldehydy, ketony, alkoholy, karboxylové kyseliny a estery. Rovněž jsou uváděny některé aromatické složky, zvláště uhlovodíky, a dále okysličené heterocyklické směsi, jako laktony a alkylfurany. Obvykle tyto směsi vznikají oxidací složek mastných kyselin tuků.

## 5. VÝZNAM A TRÁVENÍ LIPIDŮ U PŘEŽVÝKAVCŮ

Nejvýznamnější částí trávicího systému u přežvýkavců je bachor, který je fermentačním prostorem obsahujícím biliony mikroorganismů. Mikroorganismy štěpí rostlinná krmiva a tím vytvářejí energii a dusíkaté látky jednak pro vlastní růst a jednak zásobují energií a vysoce kvalitní bílkovinou dojnice.

Bachorové mikroorganismy tvoří spojení mezi přežvýkavci a jejich dietami díky těkavým mastným kyselinám (TMK) a mikrobiálnímu proteinu. Relativní koncentrace jednotlivých TMK, hlavně acetátu, propionátu a butyrátu, jsou určujícími determinanty utilizace energie přežvýkavci, protože acetát a butyrát jsou lipogenní živiny, zatímco propionát je primárně používán jako prekurzor glukózy. Následně jak celkové množství tak i podíly konečných produktů fermentace jsou důležité v determinaci jak množství tak i složení produkovaného mléka (Sutton, 1985, Thomas a Martin, 1988).

Kromě objemné píče, jež je základní komponentou krmných dávek skotu, dnešní vysokoužitkové dojnice vyžadují zejména v 1. části laktace další vysocekoncentrované zdroje energie a dusíkatých látek. Negativní energetická bilance na začátku laktace nepříznivě ovlivňuje jak užitkovost, tak i zdravotní stav.

Tradičními zdroji energie jsou hlavně obiloviny, jejichž množství v krmné dávce je z důvodu rychlé fermentace omezené. Proto se jako další zdroj vysoce koncentrované energie užívají tuky, které mají ovšem významný vliv na fermentaci v bachoru neboť, na rozdíl od sacharidů a dusíkatých látek, nejsou přirozenými substráty mikroorganismů. Obsah tuků v přirozené dávce přežvýkavců je méně než 50g/kg. Při užití chráněných (by pas) tuků lze uplatnit až 7,5 % sušiny krmné dávky. Pokud přidáním tuku zvýšíme celkový obsah tuku nad tuto úroveň mohou se vyskytnout trávicí problémy. Tuky mají např. specifický vliv na trávení vlákniny v bachoru. Částice vlákniny se potáhnou tukem a jsou chráněny před mikrobiálním napadením. Reakce skotu na tukové doplňky závisí na řadě okolností.

V současné době se projevuje poměrně velký zájem o ovlivňování profilu mastných kyselin jak v mléčném tuku, tak i mase. Je to výsledkem reklamy a zákaznické poptávky po nenasycených mastných kyselinách (UFA), které jsou považovány za „zdravější“ než nasycené mastné kyseliny.



Polynenasycené MK jsou nenasycené mastné kyseliny s 2 až 6 dvojnými vazbami v molekule (Pokorný et al., 1986). Existují jak polohové, tak také prostorové isomery. Rozlišujeme polynenasycené mastné kyseliny řady n-3 kam patří například kyselina  $\alpha$  - linolenová, EPA a DHA a řady n-6, kam patří např. kyselina linolová,  $\chi$  - linolenová a kyselina arachidonová (Velíšek, 1999). Mezi nejvýznamnější zdraví prospěšné PUFA počítáme kyselinu linolovou, konjugovanou linolovou kyselinu (CLA), kyselinu  $\alpha$  - linolenovou a kyselinu arachidonovou (Bockisch, 1998).

## 6. CHARAKTERISTIKA A VÝZNAM CLA

Konjugovaná kyselina linolová je obecný termín používaný pro více izomerů kyseliny linoleové s konjugovanými dvojnými vazbami. Konjugovaná linolová kyselina je známá pro řadu příznivých účinků včetně antikarcinogenního, antiaterogenního, antidiabetického efektu a jako stimulant imunity Lock a Garnsworthy (2003). Rovněž se ukázalo, že ovlivňuje rozklad živin, metabolismus tuků a redukuje tělesný tuk u řady rozličných živočišných druhů (McGuire a McGuire, 2000). Studie zjistily antikarcinogenní (IP *et al.*, 1999) aktivitu *cis-9, trans-11* izomeru CLA, což je zvláště významné pro mléčný průmysl, jelikož představuje více než 90% izomerů CLA přítomných v mléčném tuku a přes 75% v hovězím tuku (Chin *et al.*, 1992).

Komerčně dostupná CLA je obvykle mix 1:1 z *cis-9, trans-11* a *trans-10, cis-12* izomerů s ostatními izomery jako vedlejšími složkami (Bhattacharya *et al.*, 2006).

Linolová a linolenová kyselina, které jsou hlavními polynenasycenými MK v krmných dávkách, jsou prekurzory syntéz *cis-9, trans-11* CLA během biohydrogenačního bachorového procesu (Harfoot a Hazlewood, 1988). Ačkoli některé *cis-9, trans-11* CLA mohou unikat z bachoru do střev, většina je dále biohydrogenizována a převedena na *trans-11* C18 : 1 (*trans*vakcenovou kyselinu, TVA). *Trans*vakcenová kyselina může přecházet z bachoru do střev nebo může být dále biohydrogenizována v bachoru na kyselinu stearovou (C18 : 0) (Chilliard *et al.*, 2000). Enzym  $\Delta^9$  – *desaturáza*, kterou disponují kromě tkání přežvýkavců i lidské tkáně je schopna syntézy *cis-9, trans-11* CLA z TVA (Salminen *et al.*, 1998). Dlouho se věřilo, že pouze kyseliny linolová a linolenová jsou prekurzory CLA. Poslední studie Mosley *et al.* (2002) ukázala, že kyselina olejová (C18 : 1 *cis-9*), o které se dříve uvažovalo, že je pouze biohydrogenizována na kyselinu stearovou, také může být prekurzorem některých *trans* izomerů MK zahrnujících TVA.

Na rozdíl od většiny antioxidantů jež jsou součástí rostlinných produktů, je CLA specifická tím, že je přítomna v potravinách živočišného původu, tj. v mléčných produktech a mase. *In vitro* výsledky naznačují, že CLA je cytotoxická k MCF-7 buňkám a potlačuje bujení zhoubných melanomů a rakovinných buněk konečnicku. Při studiích zvířat, CLA zabránila vývoji epidermálních a žaludečních tumorů u myší a rakovinu prsní žlázy u krys. V porovnání s kontrolní skupinou bylo u křečků krmených CLA zjištěna

prokazatelně nižší hladina celkového cholesterolu v plasmě a nízká hodnota cholesterolu lipoproteidu, (kombinace velmi nízké a nízké hustoty lipoproteinu), ve srovnání s kontrolní skupinou. Dietární CLA regulovala určitá hlediska imunitního systému, ale neměla zřetelný vliv na růst již vytvořeného, agresivního tumoru prsní žlázy u myši (Macdonald 2000).

Obsah CLA v mase a mléce je ovlivněn mnoha faktory, jako je např. plemeno, stáří zvířete a v neposlední řadě jeho krmná dávka. Důležité je, že CLA v mléce i mase je stabilní při běžné kuchyňské úpravě a skladování potravin. Zatímco celkový obsah CLA v mléce a mléčných produktech kolísá mezi 0,34 až 1,07 %, tak jeho koncentrace v mase je asi 0,12 až 0,68 % celkového tuku. Mechanismus antikarcinogenního působení CLA není sice znám, ale existují teorie, že CLA redukuje bujení buněk, mění různé složky buněčného cyklu a vyvolává buněčnou smrt. Výzkumy, prováděné na myších, kuřatech a prasatech naznačily možnou roli CLA (hlavně izomeru *trans*-10, *cis*-12) ve snižování tělesného tuku a zvyšování libovosti tělesné hmoty (Park et al., 1997; Dunska et al., 1998; West et al., 1998; De Lang et al., 1999). Podobně u člověka byla zjištěna účinnost CLA na zvyšování tělesné hmotnosti bez zvyšování množství tělesného tuku (Kreider et al., 2002). Whigham et al. (2001) a další jí přisuzují zlepšení imunitních funkcí.

Současný názor je, že CLA samo o sobě nemůže mít antioxidační schopnosti, ale může vytvářet látky, které ochrání buňky před zhoubným vlivem peroxidů. Zde je bohužel nedostatek epidemiologických údajů pacientů a velmi málo studií živočichů.

### 6.1. Obsah CLA v hovězím mase

Výsledkem zkrmování krmiv, bohatých na  $C_{18:2}$  nebo  $C_{18:3}$  dojnícím bylo 3 - 4násobné zvýšení obsahu *cis*-9, *trans*-11 CLA v mléčném tuku, ale jen mírné zvýšení v tuku tělesném (Kelly et al., 1998; Dhiman et al., 2000). Je dokonce možné, že mechanismus a cesty syntézy CLA (v bachoru i endogenní) jsou odlišné u mléčné žlázy a v tukové tkáni. Doplnkové faktory, regulující syntézu CLA v bachoru, ve svalech a v mléčné žláze, jsou málo známy. Nižší podíl *cis*-9, *trans*-11 CLA v tuku hovězího masa (ve srovnání s tukem mléčným) u zvířat, krměných dietami bohatými na  $C_{18:2}$  nebo  $C_{18:3}$ ,

pravděpodobně souvisí s vlivem tradičních diet s vysokým obsahem zrna (85 – 92 % sušiny KD) a nízkým podílem vlákniny pro skot ve výkrmu v USA (NRC, 1996). Kyselé bachorové pH, jež se v tomto případě vyskytuje u skotu ve výkrmu, mění mikrobiální populaci zapojenou do biohydrogenace lipidů a proto ovlivňuje bachorovou syntézu izomerů CLA. Výzkumy naznačují, že diety s vysokým obsahem zrna, mající za následek nízké bachorové pH, vedou ke změně bachorového prostředí, jež podporuje produkci izomeru *cis*-10, *trans*-12 CLA a TVA v bachoru (Fellner et al., 1997; Kalscheuer et al., 1997), čehož výsledkem je pak vyšší koncentrace těchto MK v hovězí svalovině.

**Tab. Obsah CLA v mase (Schmidt et al., 2006)**

vzorky		CLA celkem (% tuku)	<i>c9,t11</i> CLA (%)
přežvýkavci			
	hovězí maso		
	mleté	0,16-0,43	72-85
	řízek	0,29-0,68	57-79
	žebírka	0,30-0,64	61
	biftek	0,61	59
	roštěná	0,12-0,58	59
	párek	0,33	83
	uzená klobása	0,38	84
	telecí	0,27	84
	jehněčí	0,18-1,20	92
monogastři			
	krůtí	0,20-0,25	40-76
	krůtí prsa	0,16	70
	uzené krůtí	0,24	62
	vepřové	0,06-0,13	25-82
	uzená slanina	0,17	76
	kuřecí	0,09-0,15	67-84
	králičí	0,11	27

V souvislosti se zvýšením koncentrace CLA v hovězím mase lze mluvit o „funkční potravine“ což je termín používaný jako obecné označení pro prospěšné vlivy přijímaných potravin, které jsou nad jejich tradiční hodnotu (Miller, 1999). Zpráva „National Academy of Science“ definuje funkční potravinu jako „jakoukoli potravinu, nebo potravinovou složku, která může poskytnout prospěch lidskému zdraví nad tradiční obsah živin“ (NRC,

1994). Živočišné produkty, tedy i hovězí maso, jsou známy pro jejich obsah mikrosložek, jež mají pozitivní vliv na lidské zdraví a prevenci před onemocněními nad vlivy spojenými s tradičními živinovými hodnotami (Allen, 1993). Konjugovaná kyselina linolová v hovězím masu reprezentuje právě jednu z těchto mikrosložek (Bauman et al., 1999).

### **6.1.1. Faktory ovlivňující obsah CLA v hovězím masu**

Na základě mnoha studií je známo několik způsobů, jak zvýšit úroveň CLA v masu přežvýkavců. U monogastrických zvířat pouze doplněním samotné CLA nebo prekurzorem trans-vakcenové kyseliny je možné účinně zvýšit obsah CLA. Přizpůsobení krmné dávky s cílem zvýšení CLA také ovlivňuje složení mastných kyselin v živočišné tkáni. Lidé v západoevropských státech přijímají 25 – 30 % CLA v potravě z masa a produktů z něj. Příjem by mohl být zvýšen, pokud se zvýší i orientace na potraviny obsahující CLA a zvětšením obsahu CLA v masu prostřednictvím specifické strategie krmení. Dosavadní údaje propagující zdravé účinky CLA, jsou především založeny na pokusech u zvířat a zůstává zde prostor pro osvědčení v humánní medicíně. Při pokusech na lidech jsou obvykle používány syntetické doplňky CLA a ty nevyjadřují přirozené složení izomer v potravinách. Zda-li mají přirozené zdroje CLA (maso a mléko přežvýkavců) podobný účinek na lidské zdraví musí zaručit až další výzkum (Schmidt et al., 2006).

**Tab. Faktory ovlivňující obsah CLA v hovězím mase (Dhiman et al., 2005)**

<b>faktory</b>			<b>CLA celkem (% tuku)</b>
<b>krmení</b>			
	pastva		
		tráva	0,48-1,35
		tráva a jádro	0,52
	rostlinné oleje		
		olej z lněného semene (6%)	0,8
		sójový olej (2-5%)	0,29-0,55
		slunečnicový olej (3-6%)	0,26-1,29
	olejové semeno		
		slunečnicové semeno (5%)	1,1
		vysoko-olejnatá kukuřice (74-82%)	0,38-0,49
		plnotuční extrudovaná sója (13-26%)	0,69-0,77
	rybí olej		
		rybí olej (6%)	0,57
<b>plemeno</b>		Evropské x Britské	0,17
		Wagyu	0,18-0,27
		Limusin x Wagyu	0,28
		Limusin	0,29
<b>management</b>			
		vysoko koncentrovaná dávka	0,32

## 7. VLIV KRMIV NA PROFIL MASTNÝCH KYSELIN HOVĚZÍHO MASA

Z hlediska vlivu krmiv na profil mastných kyselin mají největší význam tuky obsažené v krmné dávce. Zdrojem tuku v krmných dávkách pro skot jsou :

- tuk ze základních krmiv
- rostlinné oleje
- tuky plnotučných olejnatých semen
- inertní tuky, nebo-li by-pas tuk
- živočišný tuk z tukových tkání nepřezvýkavců

**Tab. Složení oleje olejnatých semen (Hickling, 1997)**

<b>Živina</b>	<b>Lněné semeno</b>	<b>Řepkové semeno</b>	<b>Sojové boby</b>
Sušina (%)	93,0	93,0	92,0
Hrubý protein (%)	23,0	20,0	37,0
Olej (%)	37,0	40,0	18,0
Mastné kyseliny			
C 18 : 1	20,0	52,0	24,0
C 18 : 2	16,0	25,0	58,0
C 18 : 3	55,0	13,0	8,0

Nechráněné tuky mohou negativně ovlivňovat bachorovou fermentaci a to obsahem nenasycených mastných kyselin, které se vyskytují hlavně v rostlinných olejích a olejnatých semenech. Tyto esterifikované mastné kyseliny jsou hydrolyzovány mikrobiálními lipázami. Glycerol je bachorovými mikroorganismy konvertován na těkavé mastné kyseliny. Nasyčené MK s dlouhým řetězcem neovlivňují fermentaci v bachoru, zatímco nenasycené MK působí depresivně na tento proces a jsou bachorovými mikroorganismy hydrogenizovány. Rozsah hydrogenace závisí na stupni nenasycenosti MK. Hydrogenací se UFA přeměňují na nasycenou kyselinu stearovou a izomery monoenoové kyseliny olejové (C 18:1 n-9). Hlavně v těchto dvou formách odcházejí MK z bachoru. Přesáhne-li obsah UFA hydrogenační kapacitu bachorových mikroorganismů začnou tyto (především UFA s dlouhým řetězcem jako kyselina linolenová, linolová, eikosapentaenová a dokosahexaenová) působit inhibičně na bachorovou fermentaci. Mechanismus inhibice zřejmě zahrnuje jak přímý vliv na bachorové mikroorganismy (detergentní působení, selektivní inhibice druhů trávících především vlákninu, zásah do

skladby bakteriální populace následkem poklesu pH), tak nepřímý vliv na substrát, který využívají vlákninu (Frydrych, 2002).

**Tab. Obsah nasycených, mononenasycených a polynenasycených MK v některých tucích a olejích (% veškerých MK) (VELÍŠEK, 2002)**

Druh tuku	Kyseliny		
	nasycené	nenasycené	polyenové
Vepřové sádlo	25 – 70	37 – 68	4 – 18
hovězí lůj	47 – 86	40 – 60	1 – 5
<u>Mléčný tuk</u>	<u>53 – 72</u>	<u>26 – 42</u>	<u>2 – 6</u>
tuk sledě	17 – 29	36 – 77	10 – 24
palmový tuk	44 – 56	36 – 42	9 – 13
sójový olej	14 – 20	18 – 26	55 – 68
slunečnicový olej	9 – 17	13 – 41	42 – 74
Řepkový olej	5 – 10	52 – 76	22 – 40
lněný olej	10 – 12	18 – 22	66 – 72

Dalším problémem je, že volné mastné kyseliny s dlouhým řetězcem mohou v batoru tvořit alkalické soli s vápníkem a hořčíkem, čímž se snižuje dostupnost těchto minerálů (Garnsworthy a Wiseman, 2002).

Důležitější než množství mastných kyselin v krmné dávce je jejich forma, neboť nenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem mají vliv na buněčné stěny bakterií. Za normálních okolností jsou esterové vazby triglyceridů v batoru rychle hydrolyzovány bakteriálními lipázami. Jakmile se uvolní ze sloučeniny s estery, jsou nenasycené mastné kyseliny hydrogenovány. Reakce dojníc na tukové doplňky závisí na řadě okolností – množství tuku, profilu mastných kyselin v něm a event. stupni ochrany, ostatních složkách stravy, celkové úrovni krmení, fázi laktace a genetické výbavě každé dojnice (Garnsworthy a Wiseman, 2002).

Chráněné tuky mají snížený depresivní vliv na fermentaci v batoru, přičemž některý způsob ochrany současně omezuje hydrogenaci tuků batorovými mikroorganismy. Ochrana tuků je buď založena na

- přirozeném způsobu (tuky plnotučných semen – jsou uzavřeny v buňkách);
- chemicky – nejrozšířenější je tvorba vápenatých solí (saponifikace) MK s dlouhým řetězcem jejichž zdrojem jsou rostlinné oleje (většinou palmový olej);



- chráněné fyzikálními postupy (tzv. krystalické tuky);

Kromě vlivu přídavku tuku na vyrovnání negativní energetické bilance a tím i pravděpodobné zvýšení mléčné užitkovosti dochází rovněž k jeho působení na množství a složení mléčného tuku. Pokud dojde k inhibičnímu působení na bachorovou fermentaci, dostaví se snížení produkce kyseliny octové a máselné a tím i pokles tučnosti mléka. Doplněvaný tuk však může také zvýšit množství MK dostupných pro absorpci a následnou sekreci mléka.

**Tab. Složení hlavních mastných kyselin olejů se středním a vysokým obsahem kyseliny linolové (A) a obsahujících linolenovou kyselinu (B) (% veškerých mastných kyselin) (Velíšek, 1999).**

Mastná kyselina	A				B		
	Podzem- nicový olej	Kukuřičný klíčkový olej	Slunečni- cový olej	Bavlní- kový olej	Řepkový olej (kanola)	Sójov ý olej	Lněný olej
Laurová	0,0-0,1	0,0-0,3	0,0-0,1	0,0-0,2	0	0,0-0,1	-
myristová	0,0-0,1	0,1-0,3	0,0-0,2	0,6-1,0	0,0-0,2	0,0-0,2	-
palmitová	8,3-14,0	10,7-16,5	5-8	21,4- 26,4	3,3-6,0	9,7- 13,3	7
palmitolejová	0,0-0,2	0,0-0,3	pod 0,5	0,1-1,2	0,1-0,6	0,0-0,2	-
Stearová	1,9-4,4	1,6-3,3	2,5-7,0	2,1-3,3	1,1-2,5	3,0-5,4	4
Olejová	36,4-67,1	24,6-42,2	13-40	14,7- 21,7	52,0-66,9	17,7- 25,1	20
Linolová	14,0-43,0	39,4-60,4	40-74	46,7- 58,2	16,1-24,8	49,8- 57,1	17
linolenová	0,0-0,1	0,7-1,3	pod 0,3	0,0-0,4	6,4-14,1	5,5-9,5	52
Arachová	1,1-1,7	0,3-0,6	pod 0,5	0,2-0,5	0,2-0,8	0,1-0,6	-
eikosenová	0,7-1,7	0,2-0,4	pod 0,5	0,0-0,1	0,0-0,1	0,0-0,3	-
Negenová	2,1-4,4	0,1-0,5	0,5-1,0	0,1-0,6	0,1-0,5	0,3-0,7	-
dokosenová	0,0-0,3	0,0-0,1	0,0-0,2	0,0-0,3	0,0-4,7	0,0-0,3	-
lignocerová	1,1-2,2	0,1-0,4	0,2-0,3	0,0-0,1	0,0-0,2	0,1-0,4	-

## 7.1. Vliv zkrmování lipidů

### 7.1.1. Vliv olejnatých semen v dietě

Zastoupení CLA v produktech přežvýkavců je závislé na bachorové tvorbě kyseliny vakcenové a CLA a na tkáňové schopnosti desaturovat kyselinu vakcenovou na CLA. Vnější vlivy (doplnění lipidů, povaha základní krmné dávky) nebo vnitřní faktory (plemeno, věk a pohlaví zvířete a typ svaloviny) ovlivňují množství, ale také složení CLA izomerů deponovaných do hovězího tuku (Torre et al., 2006). Torre et al. (2006) v experimentu ukázali jako efektivní cestu ke zvýšení CLA v hovězím masu přidávek olejnatých semen, po kterém se obsah CLA zvýšil od 22 % do 36 %. Efektivita tohoto zákroku je ale vysoce závislá na dalších faktorech jako je povaha základní krmné dávky, která může ovlivňovat poměr CLA až o 26 %. Další faktory jako plemeno, pohlaví a věk zvířete, stejně jako typ svaloviny, které mohou upravit poměr CLA v hovězím masu asi o 47 %, 41 % a 24 % v uvedeném pořadí. Tyto výsledky poprvé ukázaly, že je třeba s těmito faktory během práce počítat a v dalších studiích zaměřených na zvýšení obsahu CLA se musí vzít v úvahu (De La Torre et al., 2006).

Přidávání olejnatých semen do diet skotu ve výkrmu je účinnou metodou pro zvýšení obsahu CLA ve svalových lipidech. Cassut et al. (2000) doplňovali dietu býků plemene *Brown Swiss* buď slunečnicovým, řepkovým nebo lněným semenem tak, že obsah dietetárního tuku stoupl na 3 % sušiny krmné dávky (KD). V porovnání s kontrolní skupinou (5,6 mg/g FAME = fatty acid methyl ester) se koncentrace CLA v podkožním tuku u skupiny se slunečnicovým semenem výrazně zvýšila (7,8 mg/g FAME), zatímco u skupiny se lněným semenem změna zaznamenaná nebyla (5,5 mg/g FAME) a u býků s řepkovým semenem došlo dokonce ke snížení na 4,6 mg/g FAME. V Polsku Stasiniewicz et al. (2000) a Strzetelski et al. (2001) zkoumali účinek přidávání lněného semene (19 % směsi koncentrátů) do diety s koncentráty a kukuřicí u býků plemene *Black&White Lowland*. Množství CLA ve svalu *m. longissimus dorsi* (MLD) se v obou studiích s přidávkem lněného semene zvýšilo, ale jen v jedné práci ve statisticky významné míře (1,7 vs. 3,7 a 2,1 vs. 2,9 mg/g lipidů). Enser et al. (1999) zaznamenali znatelně vyšší množství intramuskulární CLA ve svalu *m. longissimus lumborum* (MLL) u volů plemene *Charolais*. Krmením volů travní siláží a koncentráty, obsahujícími lněné semeno místo

tukového přídatku *Megalac* se statisticky významně zvýšil obsah CLA z 3,2 na 8,0 mg/g FAME. V pokusech na jalovicích zjistili Bartoň et al. (2007), že zařazením lněného semene do diety došlo ke zvýšení obsahu CLA v jejich mase, přičemž se současně zvýšila i koncentrace mastných kyselin eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA), poměr PUFA/MUFA a snížil se poměr  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 PUFA. Zařazení lněného semene s vyšším obsahem kyseliny linolové se projevilo až dvojnásobně vyšším zastoupením této kyseliny a snížením obsahu kyseliny palmitové ve vzorcích masa. Podobné výsledky uvádějí i Raes et al (2007), Vatansever et al. (2000) a Enser et al. (1999).

Rovněž extrudované sójové boby zvyšují obsah CLA ve svalech. Přídatkem 25,6% extrudovaných sójových bobů do diety volů kříženců plemene *Angus* se statisticky významně zvýšila koncentrace CLA (Madron et al., 2002). Mačkané sójové boby s mačkaným lněným semenem jako doplněk nízké- a vysokopícninové krmné dávky býčků zajistily vyšší obsah CLA v MLD (Aharoni et al., 2004). V dalších pokusech Aharoni et al (2005) zjistili pouze malé zvýšení koncentrace CLA (4,6 vs. 5,3 mg/g FAME) při aplikaci přídatku lněného semene k dietě s malým podílem píče, zatímco větší efekt (4,0 vs. 6,7 mg/g FAME) byl pozorován při použití diety s vysokým zastoupením píče.

Gibb et al. (2004) hodnotili v pokusech na volcích vliv slunečnicových semen v krmné dávce na koncentraci mastných kyselin v podkožním tuku. Zkrmování těchto semen snížilo ( $P < 0,05$ ) hodnoty obsahu  $C_{16:0}$  a  $C_{18:3}$  v bráničním a podkožním tuku a zvýšilo převahu  $C_{18:1}$ ,  $C_{18:2}$  a obou izomerů CLA (*cis*-9, *trans*-11 a *cis*-10, *trans*-12) v podkožním tuku. Volci, krmení slunečnicovými semeny s vysokým obsahem kyseliny linolové a ječmenem měli nižší ( $P < 0,05$ ) hřbetní tuk.

Skot krmený olejnatými semeny má větší koncentraci CLA v mase (Wood et al., 1999). Scholljegerdes et al. (2004) zjistili, že navzdory rozsáhlé bachorové biohydrogenaci byla postruminální část nenasycených MK zlepšena podáváním semenem světlice. Zásobením doplňkovým tukem ve formě semen světlice, která mají vysoký obsah kyseliny linolové, zvýšilo podíl UFA, což naznačuje, že MK, které jsou k dispozici pro metabolismus, jsou ovlivněny zdrojem tuku v dietě.

Naproti tomu záměna normální kukuřice za kukuřici s vysokým obsahem oleje a zkrmováním drcených semen světlice jako zdroje oleje nezvýšilo u skotu obsah CLA v jeho svalovině (McGuire et al., 1998; Bottger et al., 2000). Avšak Garcia et al. (2003) referují o tom, že při zkrmování celých slunečnicových semen v množství 5 % sušiny KD

došlo ke zvýšení obsahu CLA v podkožním tuku na 0,73 % ve srovnání s 0,31 % u zvířat kontrolních skupiny.

Takže dieta s olejnatými semeny s proměnlivým profilem MK masnému skotu může být účinným prostředkem pro změny profilu MK v tkáních.

### 7.1.2. Vliv zkrmování olejů

Zkrmování sójového oleje v množství 4 – 6 % (ze sušiny krmné dávky) masnému skotu, krmeného dietou s vysokým obsahem zrna buď jen okrajově nebo vůbec nezvýšilo obsah *cis*-9, *trans*-11 CLA v hovězím mase (Dhiman et al., 1999; Engle et al., 2000; Beaulieu, 2002; Griswold et al., 2000). Obsah *cis*-9, *trans*-11 CLA v tuku svalů skotu se zvýšil jen málo, když byli býčci krmeni od 3 do 6 % (sušiny KD) slunečnicového oleje ve srovnání s masem býčků, kteří olej nedostávali (0,34 vs. 0,28 % CLA v tuku) (Mir et al., 2001; Mir et al., 2003). V jiné práci stejní autoři uvádějí, že zkrmování 6 % slunečnicového oleje (ze sušiny KD) býčkům plemen *Wagyu*, *Limousin x Wagyu* a *Limousin* zvýšilo obsah CLA na 1,25 % tuku v hovězí svalovině ve srovnání s 0,28 % u skupiny kontrolních zvířat s krmnou dávkou bez slunečnicového oleje. Zkrmování lněného oleje v množství 3 % diety zvýšilo obsah *cis*-9, *trans*-11 CLA na 0,08 % tuku ve srovnání s 0,32 % v celkových MK ve svalovině kontrolních zvířat bez oleje v dietě. Zvýšení obsahu *cis*-9, *trans*-11 CLA v hovězí svalovině, které bylo zjištěno při začlenění volných olejů do diety zvířat, je však malé, s tím, že lněný a slunečnicový olej jsou účinnější než olej sójový.

### 7.1.3. Vliv pastvy

Podobně jako u dojníc v mléce, tak i u masného skotu je zjišťováno vyšší procento CLA u zvířat na pastvě, konzumujících čerstvou píci. U býčků masného plemene na pastvě a stejných býčků, u nichž bylo zvýšeno množství siláže v dietě, byl zjištěn zvýšený obsah *cis*-9, *trans*-11 CLA v tělesném tuku od 29 do 45 % ve srovnání se skupinou zvířat kontrolních (McGuire et al., 1998; Poulson et al., 2001). Hovězí maso od býčků na pastvě mělo od 200 do 500 % více *cis*-9, *trans*-11 CLA jako podílu tuku ve srovnání s býčkem,

krmenými dietou ve výkrmu, založenou na kukuřičném zrně (French et al., 2000; Poulson et al., 2001). Rule et al. (2002) pozorovali, že procento obsahu *cis*-9, *trans*-11 CLA bylo vyšší u intramuskulárního tuku pasoucích se zvířat ve srovnání se zvířaty krmenými ve stáji dietou se zvýšeným obsahem zrna.

Ender et al. (2000) zjistili signifikantní rozdíly v kvalitativním i kvantitativním ukládání tuku ve svalech u plemen. Svaly od Gallovy a bílo-modrých belgických býků obsahovaly vysoký obsah n-3 mastných kyselin. Zjistili rovněž rozdílné složení MK při zkrmování krmné dávky na bázi obilí a při pastvě volů. Konzumace alfa linolové kyseliny (C18:3) pastvou zvýšila koncentraci n-3 mastných kyselin. Uvádějí, že koncentrace n-3 MK v mase může být až zdvojnásobena. Výkrm na pastvě s dokrmením ve stáji představují vhodnou kombinaci kvality procesu a kvality masa pro potřeby spotřebitelů.

#### 7.1.4. Krmení rybím olejem

Další možností, jak zvýšit obsah CLA v živočišných produktech, je zkrmování rybího oleje. Enser et al. (1999) zaznamenali zvýšení koncentrace CLA z 3,2 na 5,7 mg/g FAME v MLL u volů *Charolais*, krmených dietou, doplněnou rybími oleji, ale současně dokázali, že krmení lněným olejem je pro zvýšení koncentrace CLA v produktech účinnější. Důvod pro toto zvýšení obsahu CLA není zatím jasný, jelikož jen malá množství kyselin linolové a linolenové jsou přítomna a  $\omega$ -3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem nejsou izomerizované (na CLA nebo kyselinu *trans*-vakcenovou). Tudíž  $\omega$ -3 MK s dlouhými řetězci přítomné v rybím oleji mohou zasahovat do biohydrogenace linolových a linoleových kyselin anebo mohou ovlivnit činnost  $\Delta^9$ -desaturázy (Raes et al., 2004).

CHOV et al. (2004) stanovili, že rybí olej zvyšuje hromadění kyseliny *trans*-vakcenové v bachelu tím, že brání poslednímu kroku biohydrogenace k vytvoření kyseliny stearové. Zkrmováním rybího oleje se také zvyšuje koncentrace  $\omega$ -3 PUFA s dlouhými řetězci v intramuskulárním tuku, a to díky velkému obsahu kyselin EPA a DHA v rybím oleji. Biohydrogenace EPA a DHA v bachelu je omezená a proto je značné množství těchto kyselin dostupné pro tukové tkáně (Raes et al., 2004; Scheeder, 2004).

### 7.1.5. Působení dalších krmiv

Vliv travní senáže, lučního sena a kukuřičné siláže na kvalitu masa žírných jalovic sledovali Kögel et al. (1998), přičemž u různých variant krmení zjistili pozoruhodné rozdíly. Téměř průběžně dosahovala skupina s kukuřičnou siláží nejlepší výsledky, následována skupinou s travní siláží a potom, s menším odstupem, skupina se senem. Kukuřičná siláž a v menší míře též seno způsobovaly oproti travní siláži signifikantně nižší žluté zbarvení tuku jatečného trupu. V sensorických ukazatelích – křehkosti, šťavnatosti a vůni – byla kukuřičná siláž nadřazena senu. Nižší difference mezi krmnými variantami se projevíly v rozdělení tuku a síle tukových tkání, ale také zde bylo zjištěno stejné pořadí: kukuřičná siláž > travní siláž > seno. U střižné síly se dělila skupina s kukuřičnou siláží a travní siláží o vedení, skupina se senem dosáhla v tomto kritériu šťavnatosti nejhoršího výsledku. Ve světlosti svalů byla varianta s travní siláží na prvním místě, těsně následována zvířaty se senem. S větším odstupem pak následovaly jalovice s kukuřičnou siláží jejichž svalovina ve srovnání se skupinou s travní siláží byla signifikantně tmavší. Korektura podle intramuskulárního obsahu tuku neměla téměř vliv u všech tří skupin na střižnou sílu, konzistenci, šťavnatost, ztráty skladováním, světlost svalů a jejich červený tón. Změny se však vyskytovaly u silnějších tukových partií. Tak se redukovaly rozdíly ve skupinách u mramorování na polovinu a u vůně na dvě třetiny. Kvůli těmto změnám ztratila kukuřičná siláž na přednostech, zatímco seno dopadlo lépe a travní siláž o něco hůře. Signifikantně silnější zbarvení tuku jatečného těla, bylo výsledkem vyššího obsahu karotenu v travní siláži (Kögel et al., 1997). Při zkrmování sena, ještě zřetelněji u kukuřičné siláže, se vyskytlo značně nižší zbarvení. U těchto krmiv měla tuková tkáň pevnější konzistenci, což se projevilo i opticky lépe vypadajícími jatečnými trupky.

V pokusech Bindera et al. (1981), Rumsey et al. (1987) a Beirryho et al. (1988) se ukázalo, že poražení ve stejném věku vedlo u zvířat krmných převážně obilím nebo kukuřičnými produkty oproti zvířatům krmných senem nebo travní siláží k silnějšímu ztučnění.

## **8. Vliv zpracování a uskladnění hovězího masa na obsah CLA a profil MK**

### **8.1. Vliv zpracování hovězího masa**

Podle zatím dostupných výsledků se předpokládá, že koncentrace CLA v mase není významně ovlivněna ani jeho uskladněním ani vařením. Shantha et al. (1994) zjistili mírné zvýšení (statisticky nevýznamné) obsahu CLA, když porovnávali různé syrové hovězí steaky s uvařenými (grilované, 80° C vnitřní teploty). Při porovnávání mletých hovězích placiček, které byly buď vařeny při teplotě 60° C nebo propečeny při teplotě 80° C za použití několika různých metod zpracování jako je smažení, pečení, grilování nebo úprava v mikrovlnné troubě, se koncentrace CLA příliš nezměnily, i když vyšší vnitřní teploty měly obecně za následek vyšší koncentraci CLA. Z toho odvodili, že tyto metody zpracování nezpůsobily významnější změny v obsahu CLA, pokud se za parametr porovnávání koncentrací vezme množství CLA v mg na gram tukové tkáně. Nicméně způsob zpracování a stupeň propečení koncentraci dietní CLA přesto ovlivnil, a to díky tomu, že obsah tuku a množství jedlé části byly těmito činnostmi sníženy. Ma et al. (1999) uvádějí, že vaření pozměnilo jen množství CLA na gram jedlého vzorku masa, ale už nezměnilo procento tukové báze. V jednom vzorku masa (pečená svíčková) bylo zaznamenáno velké zvýšení obsahu CLA, které ale nebylo vysvětleno; autoři jej připisují dalším změnám v jedlé části.

### **8.2. Vliv skladování hovězího masa**

Shantha et al. (1994) také zkoumali účinky uskladnění na koncentraci CLA v hovězím mase při skladování výše uvedených placiček hovězího masa, které byly uvařeny různými způsoby se dvěma různými vnitřními teplotami. Uvařené placičky uložili na 7 dní do prostředí o teplotě +4°C a sledovali koncentraci CLA spolu s oxidací lipidů v mase pomocí analýzy CLA a reaktivních látek kyseliny thiobarbiturové (TBABS), a to 0., 1., 2., 3., 4. a 7. den. Nezaznamenali žádné změny v koncentraci CLA, i když v uvařeném a uloženém hovězím mase proběhlo oxidační zkažení. Stabilita CLA v porovnání s ostatními PUFA byla mnohem větší. Výsledky ze zkoumání uskladnění mléčných produktů, které provedli rovněž Shantha et al. (1995), podpořily tato zjištění. Způsob vaření a skladování tedy neovlivňuje negativně obsah CLA v hovězím mase.

## 9. ZÁVĚR

Lipidy z masa a mléka přežvýkavců jsou nejbohatšími přirozenými zdroji CLA. Obsah CLA v mase a masných produktech je značně proměnlivý. Manipulace s dietami jak pro masný tak i pro dojný skot a změna praktik řízení chovu a produkce na farmách mohou částečně zlepšit profil mastných kyselin a zvýšit obsah zejména CLA v hovězím mase a následně i v dalších masných produktech. Potřebný příjem CLA má pak potenciál k jeho zvyšování v hovězím mase a mléce na úroveň, u které se již na zvířecích modelech prokázala schopnost redukovat výskyt rakoviny konzumací mléčných a masných produktů, obohacených CLA.



## 10. Seznam použitých zkratek

<b>CLA</b>	konjugovaná linolová kyselina
<b>DHA</b>	dokosahexaenová kyselina
<b>EPA</b>	eikosapentaenová kyselina
<b>FAME</b>	fatty acid methyl ester
<b>LA</b>	linolová kyselina
<b>LNA</b>	$\alpha$ -linolenová kyselina
<b>MK</b>	mastné kyseliny
<b>MLD</b>	musculus longissimus dorsi
<b>MLL</b>	musculus longissimus lumborum
<b>MUFA</b>	monoenové nenasycené mastné kyseliny
<b>PUFA</b>	polyenové nenasycené mastné kyseliny
<b>SFA</b>	nasycené mastné kyseliny
<b>TMK</b>	těkavé mastné kyseliny
<b>TMR</b>	směsná krmná dávka (total mixed ration)
<b>TVA</b>	<i>trans</i> vakcenová kyselina
<b>UFA</b>	nenasycené mastné kyseliny

## 11. SEZNAM LITERATURY

Aharoni, Y., Orlov, A., & Brosh, A. (2004). Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid and trans fatty acids profile of beef lipid fractions. *Animal Feed Science and Technology*, 117, 43-60

Aharoni, Z., Orlov, A., Brosh, A., Granit, R., & Banner, J. (2005). Effects of soybean oil supplementation of high forage fattening diet on fatty acid profiles in lipid depot of fattening bull calves, and their levels of blood vitamin E. *Animal Feed Science and Technology*, 119, 191-202

Augustini Christoph a Klaus Fischer, *Zrání masa a senzorické kvality*, *Fleischwirtschaft* 12/99 s. 96

Allen, L.H. (1993). The Nutrition CRSP: What is the marginal malnutrition, and does it affect human function? *Nutr. Rev.* 51:255-267

Baghurst K. (2004): Dietary fats, marbling and human health. *Australian J. of Experimental Agriculture.*, 44, 635 – 644

Bartoň L, Marounek M, Kudrna V, Bureš D and Zahrádková R. (2003) Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. *Meat Sci* 76:517-523

Bartoň L, Marounek M, Kudrna V, Bureš D and Zahrádková R and Teslík V, Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech J Anim Sci* 52:269-276

Bauman D.E., L.H. Baumgard, B.A. Corl, J.M. Grinari Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA

Bauman, D.E., Baumgard, L.H., Corl, B.A. & Grinari, J.M. (1999) Biosynthesis of conjugated acids in ruminants. In *Proceedings of the American Society of Animal Science*

Berry, B. W., K. F. Leddy, J. Bond, T.S. Rumsey and A.C. Hammond (1998): Effects of silage diets and electrical stimulation on the palability, cooking and pH characteristics of beef loin steaks. *J. Anim. Sci.* 66, 892ff

Bidner, T.D., A.R. Schupp, R.E. Montgomery and J.C. Carpenter (1981): Acceptability of beef loin steaks. *J. Anim. Sci.* 66, 892 ff

Beulieu, A.D., Drackley, J.K., and Merchen, N.R. (2002) Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *J.Diary Sci.*, 82 (S1):84.

Bhattacharya A., Banu J., Rahman M., Causey J., Fernandes G. (2006): Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *J.of nutritional Biochemistry.*, 17, 789 – 810.

Bockisch, M. (1998): *Fats and oils handbook*. AOCS Press, Champaign, 29 – 65

Bottger, J.D., Hixon, D.L., Moss, G.E., Hess, B.W., Funston, R.N., and Rule, D.C. (2000). Effects of feeding high-oleate and high-linoleate safflower seed on fatty acid profiles of adipose tissue, milk and blood plasma of primiparous beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 78(S1):275.

Cassutt, M.M., Scheeder, M.R., Ossowski, D.A., Sutter, F., Sliwinski, B.J., Danilo, A A., et al. (2000). Comparative evaluation of rumen protected fat, coconut oil and various oilseeds supplement to fattening bulls. 2.Effects on composition and oxidative stability of adipose tissues. *Archiv der Tierernahrung*, 53,25-44.

DeLany, J.P., Blohm, F., Truett, A.A., Scimeca, J.A., and west, D.B. (1999). Conjugated linoleic acid rapidly reduces body fat content in mice without affecting energy intake. *Am. J. Physiol.*, 276:R11752-1179

De La Torre A., Gruffat D., Furane D., Micol D., Peron A. (2006): Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. *Meat science.*, 73, 258 – 268.

De La Torre, A. D Gruffat, D. Durand, D. Micol, A.Peyron, V. Scislowski, D. Bauchart, Factors influencing proportion and composition of CLA in beef.

Department of Health (1994). Report on health and social subjects No. 46. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London, UK: HMSO

Dhiman, T.R., Olson, K.C., McQueen, IS., and Pariza., M.W. (1999). Conjugated linoleic acid content of meat from steers fed soybean oil. *J. Dairy Sci.*, 82(S1):84

Dhiman., T.R., Satter, L.D., Pariza, M.W., Galli, M.p., Albright, K., and Tolasa, M.X. (2000). Conjugated linoleic acid content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acids. *J.Diary Sci.*, 83:1016-1027

Dihman R., Seung-Hee Nam, Amy L.Ure, Department of Animal, Dairy, and Veterinary Sciences, Utah State University, Logan, UT-84322-4815 USA

Dransfield E. (2008): The taste of fat. *Meat Science.*, 80, 37 – 42.

Dunshea, F.R., Ostrowska, E., Muralitharan, M., Cross, R., Bauman, D.E., Pariya, M.W., and Skarie, C. (1998). Dietary conjugated linoleic acid decreases back fat in finisher gilts. *J.Dairy Sci.*, 81:131

Ender Klaus, Nurnberg Karin a Hans – Jurgen Papstein, Obsah n-3 mastných kyselin v hověžim mase.

Engle, T.E., Spears, J.W., Fellner, V., and Odle, J.(2000). Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal and tissue lipid metabolism in finishing steers. *J. Anim. Sci.*, 78:2713-2721

Enser, M., Scollan, N.D., Choi , N.J., Kurt, E., Hallett, K., & Wood, J.D. (1999). Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid in beef muscle. *Animal Science*, 69, 143-146

Fellner, V., F.D. Bauer, and J.K.G. Kamer. (1997). Effect of nigericin, monensin, and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. *J. Dairy Sci.* 80:921-928

French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E.G., Monahan, F.J., Cafrey, P.J., and 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. *J. Anim. Sci.*, 78:2849-2855

Frydrych, Z. (2002): Význam chráněných tuků ve výživě vysokoužitkových dojnic. *Krmivářství* 3: 32 – 34

Fortina, A., Simpfendorfer, S., Reid, J.T., Ayala, H.J., Anrique, R., Kertz, A.F. (1980): Effect of level of energy intake and Influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. *Journal of animal science*, 51:604-614

Garcia, M.R., Amstalden, M., Morrison, C.D., Keisler, D.H., and Williams, G.L. (2003). Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. *J. Anim. Sci.*, 81:261-268

Garnsworthy, P.C., Wiseman, J. (2002): Fats in dairy cow diets. In: *Recent development in ruminant nutrition 4*. Nottingham University Press, p. 399 – 416

Gibb D.J., F. N. Owens, P.S. Mir, Z. Mir, M. Ivan, and T.A. McAllister. Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle.

Grummer, R.R. (1991): Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74: 3244 – 3257

Harfoot, C.G., Hazlewood, G.P. (1988): Lipid metabolism in the rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*, P.N. Hobson, ed. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK

Hayes, K.C., Khosla, D.R. (1992): Dietary fatty acid thresholds and cholesterolemia. *FASEB J.* 6: 2600 – 2607

Hickling, D. (1997). Flax has potential in livestock, poultry and pet diets feedstuffs, January 20 . 16 – 17

Holá, J. (2008): Situační a výhledová zpráva skot-hovězí maso. Červenec 2008. Vydalo Ministerstvo zemědělství. Červenec 2008, 134 s.

Homer, D.B., Cuthbertson, A., Homer, D.L.M., Mememenamin, P. (1997): Eating quality of beef from different sire breeds . *Animal Science*, 64: 403-408

Howe P., Meyer B., Rekord S., Baghurst K. (2006): Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition.*, 22, 47 – 53.

Chilliard, y., Ferlay, A., Mansbridge, R.M., Doreau, M. (2000): Ruminant milk fat plasticity: Nutritional control of saturated polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootechnol.* 49: 181 – 205

Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992): Dietary sources of dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. *J. Food Comp. Anal.* 5: 185 – 197

Chow, T.T., Fievey, V., Moloney, A. P., Reas, K., Demeyer, D., & de Smet, S. (2004). Effect of fish oil on in vitro rumen lipolysis, apparent biohydrogenation of linoleic and linolenic acid and accumulation of biohydrogenation intermediates. *Animal Feed Science and Technology*, 117,1-12

Ip, C., Singh, M., Thompson, H.J., & Scimeca, J.A. (1994), Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Research*, 54, 1212-1215

Kalscheur, K.F., Teter, B.B., Piperova, L.S., and Erdman, R.A. (1997). Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans – C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80:2104-2114

Kean, M.G., Allen, P (1998): Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock production Science*, 56: 203-214

Keele, J.W., Ferrel, C.L., Arnold, R.N., Dikeman, M.E., Hunt, M.C. (1993): Influence of controlled Energy Intake on body composition of beef steers. *Beef Research , Progress Report No. 4, ARS – 71, Roman L., Hruska U:S. Meat animal reaserch center:151-153*

Kelly, M.L., Berry, J.R., Dwyer. D.A., Griinari, J.M., Chouinard, P.Y., Van Amburgh, M.E., and Bauman, D.E. (1998). Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J.Nutr.*, 128:881-885

Kirchergessner, M., Schwarz, F.J., Otto, R., Reimenn, W., Heindl, U. (1993): Energy and Nutrient Contents of Carcass and Empty Body of Growing Bulls, Heifers and Steers (German Simmental) Fed with 2 Different Energy Levels. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 70: 266-277.

Klaus Ender, Karin Nurnberger und Hans-Jurgen Papstien, Die zwei Seiten des Fettes – eine Standortbestimmung

Kogel.J., Ch. Augustini, M. Pickl, P. Eddelmann, Vliv trávni siláže na kvalitu masa žirných jalovic.

Komprda, T. (2003): Základy výživy člověka. MZLU Brno, ISBN 80-7157-655-7. 164 s.

Kreider, R.B., Ferreira, M.P., Greenwood, M Wilson, M., and Almada, A.L. (2002). Effects of conjugated linoleic acid supplementation during resistance training on body composition, bone density, strength, and selected hematological markers. *J. Strength Cond. Res.*, 16:325-334

Kvapilík, J., Růžička, Z., Bucek, P. 2008: Ročenka (2007). Chov skotu v České republice. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Praha, květen 2008, 94 s.

Lee K.W., Lee H.J., Cho H.Y., Kim Y.J. (2005): Role of the Conjugated Linoleic Acid in the Prevention of Cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 135 – 144

Leaf, A. and Kang, J.X. (1998) w3 fatty acids and Cardiovascular Diseases. *World Reviews Nutrition and Dietetics*, 83, 24-37.

Livsmedelsverket (2004): Livmedelsdatabasen. <http://www.slv.se>

Lock, A.L., Garnsworthy, P.C. (2003): Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and D9-desaturase activity in dairy cows. *Liv. Prod. Sci.* 79: 47 – 59

Ma, D.W.L., Wierzbicki, A.A., Field, C.J., & Clandinin, M.T. (1999), Conjugated linoleic acid in Canadian dairy beef products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 1956-1960

MacDonald, H.B. (2000): Conjugated linoleic acid and disease prevention: A review of current knowledge. *J. American College Nutr.* 19: 111 – 118

Madron, M.S., Peterson, D.G., Dwyer, D.A., Corl, B.A., Baumgard, L.H., Beermann, D.H., and Bauman, D.E. (2002). Effects of extruded full-fat soybeans on conjugated



linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *J. Anim Sci.*, 80:1135-1143.

McGuire, M.A., Duckett, S.K., Andrea, J.G., Giesy, J.G., and Hunt, C.W. (1998). Effect of high-oil corn on content of conjugated linoleic acid beef. *J. Anim. Sci.*, 76(1):301.

McGuire, M.A., McGuire, M.K. (2000): Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. In: Proceedings of the American Society of Animal Sci. 1999, Available at: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings>.

Mir, P.S., Ivan, M., McAllister, T.A., Okine, E.K., Goonewardene, L., Elias-Calles, J.A., Gaskin, C., Reeves, J.J., Busboom, J., Johnson, K.A., Kuber, P.S., and Mir, Z. (2001). Proceeding of the food data conference. Bratislava, Slovakia. Pp. 24-26

Mir, P.S., McAlister, T.A., Zaman, S., Morgan Jones, S.D., He, M.L., Aalhus, J.L., Jeremiah, L.E., Goonewardene, L.A., Weselake, R.J., and Mir, Z. (2003). Effect of dietary sunflower oil and vitamin E on beef cattle performance, carcass characteristics and meat quality. *Can. J Anim. Sci.*, 83:53-66

Mir, P.S., McAllister, A. Scott, S. Aalhus, J. Baron, V., McCartney, D., et.al. (2004) Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 1207S-1211S

Mosley, E.E., Powell, G.L., Riley, M.B., Jenkins, T.C. (2002): Microbial biohydrogenation of oleic acid to trans isomers in vitro. *J. Lipid Res.* 43: 290 – 296

Mottram, D.S. (1998). Flavor formation in meat and meat products” a review. *Food Chemistry*, 62,415

Nagao K., Yanagita T. (2005): Conjugated Fatty Acids in Food and Their Health Benefits. *J. of Bioscience and Bioengineering.*, 2, 152 – 157.

National Research Council. (1996). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th ed., Washington D.C: Natl. Acad. Sci.

Ngapo, T., Martin, J.F., & Dransfield, E (2007). International preferences for pork appearance: II. Factors influencing consumer choices. *Food Quality and Preference*, 18,139.

Park, Y., Albright, K.J., Storkson, J.M., Liu, W., Cook, M.E., and Pariza, M.W. (1999). Changes in body composition in mice during feeding withdrawal of conjugated linoleic acid. *Lipids*, 34:243-248

Park, Y., K.J. Albright, W Liu, J.M. Storkson, M.E. Cook, and M.W. Pariza. (1997). Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* 32:853-858

Pokorný, J. et al. (1986): *Technologie tuků*. SNTK Praha, 38

Poulson, C.S., Dhiman, T.R., Comforth, D., Olson, K.C., and Walters, J. (2001). Influence of diet on conjugated linoleic acid content of beef, *J. Anim. Sci.*, 76(S1):159

Raes, K., de Smet, s., & Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 199-221

Ritzenthaler, K.L., McGuire, M.K., Fallen, R., Shultz, T.D., Dasgupta, N., & McGuire, M.A. (2001). Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. *Journal of Nutrition*, 131, 1548-1554

Rule, D.C., Broughton, K.S., Shellito, S.M., and Maiorano, G. (2002). Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk and chicken. *J. Anim. Sci.*, 80:1202-1211

Rumsey, T.S., J. Bond, B.W. Berrey, A.C. Hammond and D.A. Dinius (1987): Performance and carcass characteristic of feedlot steers fed all silage diets. *Nutr. Reports Int.* 35, 847 ff.

Salminen, I., Mutanen, M., Jauhiainen, M., Aro, A. (1998): Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. *J.Nutr. Biochem* 9 (2): 93 – 98

Scheeder, M.R.L. (2004). Markanter Zusatznutzen mit funktionellen Fettsäuren. In M. Kreuyer, C. Wenk, and T. Lanyini (Eds.), *Lipide in Fleisch, Milch und Ei – Herausforderung für die Tierernährung*, Eth. Zürich, pp. 52-68

Schmid A., M. Collomb, R. Sieber, G. Bee, Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review

Schmid A., Collomb M., Sieber R., Bee G. (2006): Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review . *Meat Science.*, 73, 29 – 41

Scholljegerdes E.J., B.W.Hess, G.E.. Moss, D.L. Hixon, D.C. Rule, Department of Animal Science, University of Wyoming, Laramie 82071-3684, USA

Shantha, N.C., Crum, A.D., & Decker, E.A. 1994. Evaluation of conjugated linoleic –acid concentrations in cooked beef. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 42, 1757-1760.

Singh C., M., Thompson, H.J., and Scimeca, J.A. (1994). Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54:1212-1215.

Stasiniewicz, T., Strzetelski, J., Kowalczyk, J., Osieglowski, S., & Pustkowiak, H. (2000). Performance and meat quality of fattening bulls fed complete feed with rapeseed oil cake or linseed. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9, 283-296

Strzetelski, J., Kowalczyk, J., Osiegowski, S., Stasiniewicz, T, T., Lipiarska E., & Pustkowiak, H. (2001). Fattening bulls on maize silage and concentrate supplemented with vegetable oils. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 10, 259-271.

Sutton, J.D. (1985): Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. *J.Dairy Sci.* 68: 3376 – 3393

Tatum, J.D., Klein, B.J., Williams, Jr.F.L., Bowling, R.A. (1988): Influence of Diet on Growth Rate and Carcass Composition of steers differing in frame size and muscle thickness. *Journal of animal science*, 66:1942-1954.

Teslík V. a kolektiv, *Mastný skot* (Praha 2000)

Thomas, P.C., Martin, P.A. (1988): Influence of nutrient balance on milk yield and composition. In: *Nutrition and lactation in the dairy cow*. P. C. Gransworthy, ed Butterworthes, London, UK. 97 – 118

Valsta L. M., Tapanainen H., Männistö S. (2005): Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 70, 525-530.

Velíšek, J. (1999): *Chemie potravin I.*, OSSIS Tábor, 352 s.

Velíšek, J. (2002): *Chemie potravin 1.* OSSIS, 2. vyd., ISBN 80-86659-00-3. 331 s.

WHO (2003): *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. WHO Technical Report Series 916, Geneva.

West, D.B., Delany, J.P., Carmet, P.M., Blohm, F., Truett, A.A., and Scimeca, J. (1998). Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. *Am. J Physiol.*, 275:R667-672

Williams, C.M. (2000). Dietary fatty acids and human health. *Annals of Zootechnology*, 49, 165-180

Williams P. (2007): Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*, 64, S113-S119

Whigham, L.D., Cook, E.B., Stahl, J.L., Saban, R., Bjorling, D.E., Pariza M.W. and Cook. M.E. (2001). CLA reduces antigen-induced histamine and PGE(2) release from sensitized guinea pig trachea. *Am. J. Physiol . Regul. Iteger . Comp. Physiol.*, 280:R908-912

Ziriak, B.Ch., Winter, E. (2002): Dietary fat in the prevention of cardiovascular disease. Review. *Eur J. Lipid Sci. Technol.* 102. 355 - 365