

## KVALITA MÄSA A TUKU ŤAŽKÝCH JATOČNÝCH JAHNIAT Z RÔZNYCH SYSTÉMOV CHOVU

MEAT AND FAT QUALITY OF HEAVY SLAUGHTER LAMBS FROM DIFFERENT FARMING SYSTEMS

M. Margetin<sup>1,2</sup>, Z. Horečná<sup>1</sup>, M. Janiček<sup>1</sup>, M. Nagy<sup>3</sup>, P. Makovický<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, <sup>3</sup> Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Lužianky

<sup>1</sup> Univerzita J. Selyeho, Komárno

### Abstract

The main objective of the present study is to assess the quality of four groups of heavy slaughter lambs from four rearing systems, namely the conventional sheep rearing process in sheepfold with the use of concentrated fodder (Ile de France breed), grazing system for rearing lambs under ewes, without the use of nuclear feed (Ile de France breed), and two semi-intensive rearing systems, in which the nutrition of lambs in the final stage of rearing was different (Berrichon du Cher and Suffolk breeds). The quality of slaughter lambs has been assessed based on the physicochemical and sensory properties of meat and the fatty acids spectrum of intramuscular and subcutaneous fat.

**Keywords:** lambs, meat

### ÚVOD

Chov oviec na území Slovenska bol po stáročia vytváraný prírodnými, klimatickými a geograficky rozdielnymi podmienkami. Slovenské ovčiarstvo z pohľadu agrozortu plní nielen produkčnú, ale aj mimo produkčnú funkciu (využívanie trvalých trávnych porastov, rozvoj vidieka a iné). V minulosti sa na našom území preferovala trojstranná úžitkovosť oviec na vlnu, mäso a mlieko. Chov v poslednom desaťročí prešiel významnými zmenami v produkčnom zameraní, v plemennej štruktúre, ale aj v systéme chovu. S výrazným poklesom ceny vlny sa v dnešnej dobe chov oviec zameril len na mliekovú a mäsovú úžitkovosť. V posledných rokoch vo svete stúpa spotreba jahňacieho mäsa. V našich podmienkach je produkcia a speňažovanie jatočných jahniat najmä v období pred Veľkou nocou a Vianocami, kedy kvalita mäsa neovplyvňuje ich cenu.

Chov špecializovaných mäsových plemien má u nás významné postavenie v porovnaní so susednými krajinami, kde tvoria 5% z celkovej populácie. Produkcia ťažkých jatočných jahniat (nad 30 kg) významne ovplyvňuje ekonomiku chovu. Dôležitým faktorom popri počte narodených jahniat a výkrmových vlastnostiach je aj kvalita jatočného tela. Z nutričného hľadiska je jahňacie mäso zaradené ako ľahko stráviteľné, s nízkym obsahom tuku. Jahňacina v porovnaní s inými druhmi mäsa hospodárskych zvierat obsahuje vysoký podiel stráviteľných bielkovín. Jahňacie mäso obsahuje dôležité makroelementy, ako sú Ca, K, P, Mg a stopové prvky, ako Fe, Zn, Se, Mn, Cu. Z vitamínov rozpustných vo vode sú v ňom zastúpené vitamíny skupiny „B“ (B2 - riboflavín, B3 - niacín, B5 - kyselina pantoténová, B6 - pyridoxín, B7 - biotín, B8 - cholín, B9 - kyselina listová, B12 - kyanokobalamín) a vitamín „A“ rozpustný v tukoch. Aj keď jahňacina

obsahuje 35% nasýtených mastných kyselín, stále má vyšší obsah zdraviu prospešných „mononenasýtených a polynenasýtených“ mastných kyselín v 65% - tách.

Genóm, anatomická stavba a fyziologické funkcie nášho organizmu sú prispôbené na rastlinnú aj živočíšnu potravu. Adaptácia na mäsitú stravu trvá už vyše štyroch miliónov rokov. Ľudský mozog sa mohol rozvíjať vďaka plnohodnotným živočíšnym bielkovinám a dôležitým esenciálnym mastným kyselinám. Preto je aj mäso súčasťou výživy ako dôležitý proteín. Zmena stravovacích návykov a životného štýlu, nahradením prirodzených tukov umelo pripravenými margarínmi (*trans* – mastné kyseliny), ale aj zmenou kŕmenia oviec s minimálnym podielom čerstvej trávy, sena a s nedostatkom vlákniny má podstatný vplyv na súčasný výskyt tzv. „civilizačných ochorení“. Niekedy nestačí vedieť len obsah niektorých mastných kyselín, ale je aj dôležité o aký izomér a vzájomné pomery mastných kyselín a izomérov sa jedná. Pri modernom stravovaní nám často chýba rovnováha medzi skupinami mastných kyselín a lipidov. Pre celé fungovanie biologických procesov je nevyhnutné prijať esenciálne mastné kyseliny zastúpené v potrave.

S vývojom a zdokonaľovaním mäsového priemyslu sa začali rozvíjať aj lepšie postupy pre úpravu mäsa. Postupné nároky spotrebiteľov sa čoraz viac zvyšujú a začína sa dbať na kvalitu mäsa a tuku. S rozvojom šľachtiteľských programov s vyššou úžitkovosťou, ktoré mali za cieľ vyšší priemerný denný prírastok a celkovú zmasilosť, bola postupne ovplyvnená aj kvalita mäsa. Špecifické senzorké vlastnosti mäsa ako chuť a typická aróma, sú dôležité pre komerčný úspech chovu, ale aj pre konečného spotrebiteľa. Dobré je dosiahnuť hmotnosť jatočných jahniat nad 30 kg, kedy ich technologickú kvalitu

podmieňuje stupeň osvalenia a pretučnenia. V poslednom období sa zaujíma o kvalitu jahňacieho mäsa a tuku, nie len vedecká spoločnosť, ale aj konzumenti. Najlepšie ukazovatele fyzikálno-chemických, sensorických vlastností a profil masných kyselín mäsa a tuku majú jahňatá z pastevného odchovu, kedy spásajú čerstvý zelený porast a prijímajú materské mlieko (tzv. tradičný „anglosaský spôsob odchovu jahniat“). Taktiež jahňatá z polointenzívnych odchovov nezaostávajú v spomínaných ukazovateľoch za kvalitou mäsa a tuku.

Cieľom každého chovateľa je mať zdravé stádo v dobrom kondičnom stave, exteriérovu vyrovnané a aby dosahovalo vysokú úžitkovosť a tým aj požadovaný hospodársky efekt. Významná je produkcia ťažkých jatočných jahniat a ich kvalita mäsa a tuku v závislosti od produkčného systému.

Bohatú tradíciu a históriu našej ovčiarskej krajiny je dôležité propagovať aj kvalitným jahňacím mäsom, ktoré spĺňa nutričné a sensorické požiadavky konzumentov. Preto by nemalo chýbať v strediskách cestovného ruchu, v nemocniciach, sanatóriách alebo ozdravovniach, ale aj v našich domácnostiach.

## MATERIÁL A METODIKA

### *Produkčné systémy v chove špecializovaných mäsových plemien oviec a jatočné delenie jahniat*

V chove špecializovaných mäsových plemien oviec sa na Slovensku uplatňujú v zásade tri systémy odchovu ťažkých jatočných jahniat (Margetín *et al.*, 2012a). Intenzívny odchov jahniat v ustajňovacích objektoch na hlbokoj podstielke, polointenzívny odchov s bahnením v ovčine a s odchovom jahniat na pastve (spolu s matkami) a tradičný anglosaský systém odchovu s celoročným pobytom bahnic na pastve a s výhradným odchovom jahniat na pastve. Intenzívny odchov (výkrm) jahniat sa realizuje v ovčinoch. Jahňatám sa podávajú jadrové zmesi vo forme granúl OV1, OV2 a seno, prípadne siláž a senáž v závislosti od veku jahniat. Seno a voda v ustajňovacom objekte by mali byť dostupné *ad libitum*. Intenzita rastu jahniat závisí od prípravy, kvality a skladby používaných krmív. Kvalita mäsa jahniat môže byť priamo závislá od fyzikálno-chemickej skladby krmiva vo finálnej fáze odchovu (výkrmu) jahniat. Pri intenzívnom výkrme sú priemerné denné prírastky vysoké a výkrm netrvá dlhšie ako 60 dní.

Rufino *et al.* (2013) uvádzajú, že pri intenzívnom odchove závisí kvalita jahňacieho mäsa od podávaných krmív. Väčšinou sa používajú sójové šroty ako zdroj plnohodnotných bielkovín, ktoré sú ale pre chovateľa cenovo nákladné. Náhradou, ako

alternatíva ku zníženiu výrobných nákladov, by mohli byť vedľajšie produkty kukurice alebo cukrovej trstiny. Diaz *et al.* (2005) konštatujú, že v dnešnej dobe stúpa záujem o potraviny alebo zložky potravín, ktoré majú popri nutričnej hodnote aj priaznivý vplyv na zdravie konzumentov. Podľa Chavesa *et al.* (2008) majú rôzne rastlinné výťažky a koncentráty, ktoré sa skrmujú ovcami v intenzívnych chovoch, dobrý vplyv na spektrum všetkých nasýtených i nenasýtených masných kyselín. Pri takejto výžive je ale finálny produkt (mäso) pre spotrebiteľa drahší, preto sa viac využívajú extenzívnejšie systémy odchovov.

Podľa Margetína (2012b) sú pri polointenzívnom odchove, jahňatá prvé 2-3 týždne odchovávané prevažne v ovčine a sú prikrmované koncentrovanými krmivami. Po tomto období majú k dispozícii pastvu, pričom priemerný denný prírastok hmotnosti je o niečo nižší ako u intenzívne odchovávaných (kŕmených) jahniat. Jahňatám je potrebné pri polointenzívnom odchove *per or* podať antihelmintiká a bahniciam pravidelne ošetrovať paznechty. Podľa Margetína *et al.* (2013) je najlepší odchov pri produkcii ťažkých jatočných jahniat s minimálnym alebo žiadnym príjmom jadrového krmiva, t.j. tradičný „anglosaský spôsob odchovu jahniat“. Anglosaský systém odchovu je spojený s jarným bahnením a s odchovom ťažkých jatočných jahniat pod matkami na pastvinách, kde jahňatá prijímajú len materské mlieko a neskôr trávny porast. Tento systém chovu bahnic a odchovu jahniat do vyšších hmotnostných kategórií je rozhodujúcim vo všetkých ovčiarsky vyspelých krajinách. Režijné náklady na krmivá a prevádzku sú nižšie, dôležitá je starostlivosť o pastviny a ich zabezpečenie oplôtkami.

Vasta *et al.* (2012) zistili, že najlepší kŕmny systém je u jahniat, ktoré sú na pastvinách, pretože ich mäso je oveľa šťavnatejšie, chutnejšie a krehkejšie a má vyšší podiel zdraviu prospešných masných kyselín. Ghita *et al.* (2009) konštatujú, že mliečne jahňatá sú nerentabilné, pretože je u nich v percentuálnom vyjadrení viac kostí ako mäsa (v porovnaní s ťažkými jahňatami). Mäso mliečnych jahniat má nižšiu energetickú hodnotu (voda 58,6%; bielkoviny 18,7%; tuk 19,3%; minerálne látky 3,4%), je vodnatejšie a mäkkšie ako u ťažkých jatočných jahniat. Väčšinou je to spôsobené kŕmnym systémom, skorým odporazením v nízkych váhových kategóriách a odchovom jahniat. Podľa Vasta *et al.* (2008) je mäso u ťažkých jatočných jahniat vo váhovej kategórii do 15 kg mäkké, vodnaté a bielkovinovo nezrelé, tým má aj vyššie percento zastúpenia kostí a chrupaviek. Na rozdiel od ťažkých jatočných jahniat, u ktorých je už mäso jatočne zrelé, pričom je zastúpené kvalitnými plnohodnotnými bielkovinami.

Podľa **Margetína et al. (2012a)** Slovenská republika vyvezie na trh Európskej únie 80% jatočných jahniat, ale má veľmi málo informácií o ich kvalite mäsa a tuku. Celková početnosť oviec mäsových plemien sa na našom území len nepatrne zvyšuje. Na zvýšenie efektívnosti a rentability chovu oviec má výrazný vplyv aj mäsová produkcia. Pri zvyšovaní mäsovej úžitkovosti sa treba zamerať na zvýšenie živej hmotnosti a priemerného denného prírastku jahniat. Aj takto sa zlepši jatočná kvalita mäsa. Podľa **Ghita et al. (2009)** je v súčasnosti kvalita mäsa dôležitým sociálnym a ekonomickým problémom, ktorý je zosilňovaný aj nasýtením trhu s potravinami, vzhľadom k vysokej účinnosti moderného poľnohospodárstva. **Margetín (2012b)** uvádza, že ak má byť mäso ťažkých jatočných jahniat u nás konkurencie schopné, požadujú sa jatočné parametre ako sú výborná jatočná výťažnosť, podiel jednotlivých výsekových častí, podiel mäsa, kostí a tuku v jatočnom trupe, s vyhovujúcim zaradením do jednotlivých kvalitatívnych tried podľa SEUROP systému.

#### Jatočné delenie jahniat

Podľa **zákona č. 206/2007** je jatočne opracované telo oviec celé telo zabitého zvieratá po vykvrvení, vyvrhnutí, bez kože, bez hlavy oddelenej od trupu pred prvým krčným stavcom, bez nôh oddelených v zápästnom a päťovom kĺbe, bez časti chvosta oddeleného medzi šiestym a siedmym chvostovým stavcom, bez orgánov dutiny hrudnej, brušnej a panvovej, aj s prirasteným lojom, bez pohlavných orgánov a ak ide o bahnice, bez vemena. Obličky a obličkový tuk sú súčasťou jatočne opracovaného tela oviec.

**Horák et al. (2012)** uvádzajú, že jatočná hodnota je súbor ukazovateľov hodnotiacich jatočne upravené telo a mäso z pohľadu kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov. Ovplyvnená je jatočnou výťažnosťou, podielom jednotlivých telesných partií, triedou mäsitosti, stupňom pretučnenosti, farbou a zložením mäsa.

**Podľa zákona č. 491/2001 Z.z.** (§ 7 ods. 5 a 7) sú triedy mäsitosti jatočne opracovaného tela oviec vyjadrené písmenami S; E; U; R; O; P; v poradí od najlepšie osvaleného jatočného tela po najslabšie. Mäsitosť je vývin svalového tkaniva, najmä stehna, pleca a chrbta v pomere k ostatným častiam jatočného tela. Jatočne opracované telo oviec sa rozdeľuje do triedy kvality, ktorá je ako výsledná trieda určená kombináciou triedy mäsitosti a pretučnenosti. Popísaných je päť tried pretučnenosti. Pretučnenosťou rozumieme vývin tukového tkaniva, tukové pokrytie a množstvo zásobného tuku. Vrstva tuku je na povrchu

jatočne opracovaného tela oviec, v hrudnej a brušnej dutine.

#### Charakteristika jahňacieho mäsa

Jahňacie mäso je najviac konzumované v európskych krajinách a v Stredomorí, pretože pri vysokej cene pre spotrebiteľa je považované skôr za luxus v stravovaní. Z hľadiska výživy, zdravia a životného štýlu poskytuje jahňacie mäso konzumentom určité zdravotné výhody, najmä čo sa týka zloženia mastných kyselín (**Callejas - Cárdenas et al., 2014**).

Podľa **Joova et al. (2013)** bola kvalita mäsa vždy dôležitá pre spotrebiteľa. Vedecká komunita sa začala v poslednom období zaoberať najmä zdraviu prospešnými mastnými kyselinami jahňacieho mäsa, so zdravotnými benefitmi. **Margetín et al. (2014)** konštatujú, že jahňacie mäso je v našich podmienkach obľúbenou špecialitou najmä v období Veľkej noci a Vianočných sviatkov. Podľa **Pipeka et al. (2009)** je ovčie mäso svojou výživnou hodnotou porovnateľné s telacím, králičím a najviac s kozím. Z nutričného hľadiska je mäso cenným zdrojom plnohodnotných bielkovín (18-25%), nenasýtených mastných kyselín, farbív, minerálnych (1,5%) a dopravných látok. Medzi ne zaraďujeme steroly a vitamíny rozpustné v tukoch D, E, K, A, „F“ vit. je zložený z mastných kyselín linolovej, arachidónovej a linolénovej. Podľa **Philipsa et al. (2005)** jahňatá, ktoré spásajú trávny porast majú mäso bohaté na vitamíny rozpustné vo vode skupiny „B“ (B2 - riboflavín, B3 - niacín, B5 - kyselina pantoténová, B6 - pyridoxín, B7 - biotín, B8 - cholín, B9 - kyselina listová, B12 - kyanokobalamin). Jahňacina má pomerne vysoký obsah popolovín, čo zodpovedá aj vyššiemu obsahu minerálnych látok ako sú vápnik, fosfor, železo, horčík a sodík. **Williams et al. (2007)** uvádzajú, že v jahňacom mäse je najviac zastúpené hémové železo, ktoré je nevyhnutné pre tvorbu červených krviniek a transport kyslíka po celom tele. Taktiež prispieva k výrobe energie, 6x rýchlejšie sa vstrebáva ako nehémové železo z rastlín a podporuje funkciu imunitného systému. Dôležitým prvkom je selén, ktorý sa zúčastňuje na transporte vitamínu E, má antioxidantné vlastnosti, ktoré pomáhajú k posilneniu imunitného systému, ktorý chráni bunky pred poškodením voľnými radikálmi. Selén podporuje normálnu funkciu štítnej žľazy a uľahčuje činnosť dôležitých úloh, ktoré ovplyvňujú celý chod organizmu.

Podľa **McAfee et al. (2010)** sa v poslednom období odborne diskutuje o pozitívach a negatívach konzumácie červeného mäsa, medzi ktoré patrí aj jahňacina. Spotreba červeného mäsa súvisí s možným zvýšením rizika vzniku kardiovaskulárnych ochorení

(CVD) a rakoviny hrubého čreva, ktoré vedú k negatívnemu vnímaniu konzumácie červeného mäsa u spotrebiteľov. Svetový fond pre výskum rakoviny (WCRF) odporučil v r. 1997 pre toto potenciálne riziko spotrebu červeného mäsa obmedziť na maximálne 80 g na deň a v r. 2007 odporučal znížiť spotrebu až na 71 g na deň, alebo 500 g červeného mäsa na týždeň.

**Nudda et al. (2011)** uvádzajú, že primeraná spotreba chudého červeného mäsa, ktorá je súčasťou vyváženej potravy, s veľkou pravdepodobnosťou nezvyšuje riziko CVD a rakoviny hrubého čreva, ale naopak pozitívne ovplyvňuje príjem nevyhnutných živín a mastných kyselín, ktoré majú dobrý vplyv na zdravotný stav.

**Lagin a Štefanka (2010)** konštatujú, že na Slovensku je konzumácia ovčieho mäsa na jedného obyvateľa a rok len na úrovni 0,15 až 0,20 kg.

**Ramírez-Retamala a Morales (2014)** uvádzajú v súčasnosti spotrebu jahňacieho a ovčieho mäsa v Čile na úrovni 0,3 kg na obyvateľa za rok, čo bolo menej ako v rokoch 2013 a 2012 až o 21,3%. Uvedení autori sa domnievajú, že tento pokles bol v dôsledku nesplnenia podmienok výkupu jahňacieho mäsa na základe chemických, fyzikálnych a senzorických vlastností. Priemysel aj spotrebiteľia požadujú kvalitný produkt, za ktorí sú ochotní zaplatiť aj vyššiu cenu.

**Matthews (2011)** uvádza, že mäso po zabití jatočných jahníat je biologicky aktívny systém a zložitý konglomerát vody, bielkovín, tuku a minerálnych látok. Po zabití pokračujú biochemické procesy v svalovom tkanive až do vyčerpania glykogénu a adenozintrifosfátu (ATP). Produkty látkovej premeny sa v dôsledku prerušeného krvného obehu z organizmu nevylučujú, ale sa zhromažďujú vo svalových vláknach. Postmortálnymi procesmi sa svalovina zabitého jahňata transformuje na mäso. Podľa **Simmons et al. (2008)** prebieha zrenie mäsa v štyroch fázach a predstavuje rozsiahly súbor enzymatických reakcií, ktoré premieňajú svalové tkanivo na mäso. Biokatalyzátormi týchto premien sú natívne enzýmy a tieto zmeny sú nezvratné. Prvá fáza pred *rigor mortis* je charakterizovaná tým, že má dostatočné množstvo ATP a jeho obsah tesne po zabití predstavuje  $5 \mu\text{mol.g}^{-1}$ . V tejto fáze ešte nenastal *rigor mortis* a mäso má vysokú väznosť vody. **Matthews (2011)** uvádza, že v druhej fáze začína *rigor mortis*, kedy sa vplyvom natívnych enzýmov postupne rozkladá ATP a jeho koncentrácia klesne z  $5 \mu\text{mol.g}^{-1}$  na  $1 \mu\text{mol.g}^{-1}$ , sval prestáva udržiavať aktín a myozín v disociovanej forme a dochádza ku vzniku aktínomyozinového komplexu. Úplný *rigor mortis* nastáva pri koncentrácii ATP  $0,5 \mu\text{mol.g}^{-1}$ , kedy súčasne dochádza k poklesu kyslosti na hodnotu pH

5,5 až 5,6. Okyslenie mäsa je spôsobené enzymatickou premenou glykogénu na kyselinu mliečnu, premenou ATP na kyselinu fosforečnú a vzniku kyslíčnika uhličitého z doznievajúcej aeróbnej glykolýzy. V tejto fáze má mäso zlú väznosť vody, v poslednej fáze vlastnej zrelosti mäsa sa postupne uvoľňuje tuhosť, zlepšuje sa väznosť vody, výrazne sa zlepšujú senzorické vlastnosti a mierne stúpa pH na hodnotu 6,2 až 6,5. K zlepšovaniu uvedených vlastností dochádza hlavne vplyvom nahromadenia anorganických fosfátov (štiepne produkty ATP až na inozín), ktoré spôsobujú disociáciu aktínu a myozínu.

Podľa **Di Memmo (2014)** odporúčajú talianski pediatri pre výživu detí jahňacie mäso, ktoré má nízke alergénne látky a pozitívne účinky pri liečbe syndrómu krátkeho čreva, atopickej dendritíde a pri Sandiferovom syndróme.

### **Živiny v jahňacom mäse: lipidy, cholesterol, bielkoviny a antioxidanty**

Podľa **Lagina a Štefanka (2010)** sa v štátoch Európskej únie podobne ako v celom svete vykonáva kontrola biologických vlastností svalov, kde sa sleduje množstvo intramuskulárneho tuku a tukových tkanív v jatočne opracovanom tele. Vlastnosti tkaniva a aj jeho biochemické zloženie závisia od vplyvu genetických a negenetických faktorov ako sú plemeno, genetický typ zvierateľa, výživa, fyziologický stav, pohlavie, živá hmotnosť, produkčný systém a spôsob odchovu jahníat. Zo senzorického hľadiska je tuk nositeľom mnohých aromatických a chuťových látok.

**Róg a Vattulainen (2014)** pripisujú lipidom vlastnosti, vďaka ktorým funguje celý organizmus. Sú zdrojom energie, zabezpečujú termoreguláciu, vytvárajú prostredie pre látky nerozpustné vo vode (vitamíny, hormóny, liečivá a farbivá), zúčastňujú sa na stavbe nervových buniek a subcelulárnych častíc. Rozdeľujú sa podľa konzistencie a obsahu mastných kyselín, obsahu alkoholovej zložky a na jednoduché, zložené a izoprenoidné.

**Chow (2008)** charakterizuje lipidy ako mastné kyseliny a ich deriváty, látky biosynteticky alebo funkčne príbuzné s týmito zlúčeninami. Jednoduché lipidy poskytujú po hydrolýze dva typy primárnych produktov. Medzi jednoduché (homolipidy) patria: mastné kyseliny, triacylglyceroly, diacylglyceroly, monoacylglyceroly, vosky, steroly a ich estery. Komplexné lipidy poskytujú po hydrolýze tri alebo viac primárnych produktov. Do skupiny zložených lipidov sú zaradené fosfolipidy, glykolipidy, sfingolipidy, proteolipidy, lipopolysacharidy a lipoproteíny.

**Gunstone (2011)** definuje tuky ako triacylglyceroly, estery vyšších mastných kyselín

s glycerolom. Ich parciálnou hydrolyzou vznikajú monoacylglyceroly a diacylglyceroly. Triacylglyceroly tvoria v mäse 99% podiel a fosfolipidy 1%. Rozloženie tuku v jatočnom tele je veľmi nerovnomerné; iba malá časť intramuskulárneho tuku je obsiahnutá vo svaloch. Intramuskulárny tuk významne ovplyvňuje chuť a krehkosť mäsa a jeho rozloženie medzi svalovými vláknami tvorí tzv. „mramorovanie mäsa“.

**Madruza et al. (2001)** konštatujú, že lipidy zabezpečujú dôležité funkcie v živých sústavách, akými sú zdroj nenahraditeľnej energie (40% z mastných kyselín), výstavba biologických membrán, syntéza hormónov, ketolátok, žľčových kyselín a vytvárajú prostredie, v ktorom sa rozpúšťajú vitamíny, hormóny, liečivá a farbivá.

Podľa **Knights et al. (2014)** ku dosiahnutiu spokojnosti u spotrebiteľov by malo byť optimálne zastúpenie intramuskulárneho tuku v jahňacom mäse okolo 4 až 5%, ktorý vytvára mramorovanie a pôsobí na celkovú kvalitu, krehkosť, chuť, šťavnatosť a jemnosť mäsa.

**Wood et al. (2008)** popisujú cholesterol ako významný sterol v mäse, ktorý tvorí steny buniek a je prekursorom pohlavných a steroidných hormónov. Jeho obsah v tukovom a svalovom tkanive je približne rovnaký. Je známe, že jednotlivé mastné kyseliny majú rôzny efekt na hladinu cholesterolu v krvi. Cholesterol je súčasťou lipoproteínov, ktoré sa nachádzajú v cytoplazme, bunkových membránach a v krvnej plazme. Podľa zloženia a mernej hmotnosti sa lipoproteíny rozdeľujú do nasledovných skupín. Chylomikróny sa tvoria v tenkom čreve a z neho sa uskutočňuje transport triacylglycerolu do pečene a ďalej do celého tela. Majú najnižšiu mernú hmotnosť. Podľa **Kaczora et al. (2010)** je VLDL (*very low-density lipoproteins*) tvorený v pečeni a transportuje triacylglyceroly do tukových a svalových buniek. IDL (*intermediat-density lipoproteins*) sú prechodnou formou cholesterolu v krvi. LDL (*low-density lipoproteins*) tzv. „zlý cholesterol“ má najvyššie zastúpenie a transportuje tuk a fosfolipidy po celom organizme. Tvorba HDL cholesterolu (*high-density lipoproteins*) - „dobrý cholesterol“ začína v pečeni, transportuje voľné tuky a fosfolipidy z tukových buniek na spätné spracovanie do pečene.

Podľa **Steinhausera et al. (2006)** je tukové tkanivo oviec charakterizované ako olej, keďže vysoký podiel nasýtených mastných kyselín (kyselina palmitová a stearová) spôsobuje jeho tuhú konzistenciu. Hydrolyzou a oxidáciou mastných kyselín vznikajú rôzne produkty, ktoré v nižších koncentráciách majú vplyv na typickú arómu jahňacieho mäsa. Lipofilné

látky obsiahnuté v tuku, prispievajú k chutnosti mäsa pri jeho tepelnej úprave.

**Silva Sobrinho et al. (2014)** uvádzajú, že vysoké hodnoty lipidov a nasýtených mastných kyselín v jahňacom mäse sú jedným z hlavných faktorov, zodpovedných za zvýšenie cholesterolu v plazme. Môžu mať vplyv na rozvoj kardiovaskulárnych chorôb a aterosklerózu.

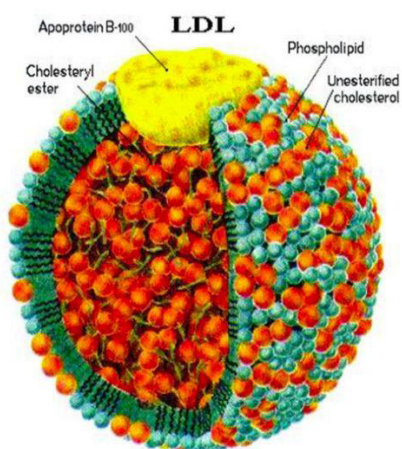
**Arnoldi (2004)** konštatuje, že rýchlosť oxidácie tukov v mäse, závisí od prítomnosti prooxidantov a antioxidantov. Oxidácia tukov je považovaná za jeden z hlavných problémov v mäsovom priemysle z dôvodu zníženia kvality chute a straty výživnej hodnoty. Oxidácia lipidov je významne ovplyvnená aktivitou vody. Z potravín živočíšneho pôvodu, ako je aj mäso, môže získať ľudský organizmus dôležité antioxidanty, ktoré vychytávajú voľné radikály. Týmto spôsobom chránia bunku pred oxidačným poškodením.

**Hou a Liu (2013)** uvádzajú, že antioxidanty vychytávajú už vytvorené radikály. Ochraňujú biologicky dôležité tkanivá a celý organizmus pred oxidačným poškodením radikálmi. Zvýšenie obsahu nenasýtených mastných kyselín vo svalovej membráne, zvyšuje ich náchylnosť ku oxidácii. Avšak, ak sa do krmnej dávky pridávajú antioxidanty, odzrkadlí sa to zvýšením obchodnej ceny mäsa. Dobrou alternatívou je pridávanie prírodných olejov ako synteticky vyrobených vitamínov. Tie vykazujú vyššiu biologickú aktivitu a sú aj cenovo dostupnejšie.

Podľa **Komirovej et al. (2000)** sa polynenasýtené mastné kyseliny (PUFA) podieľajú na oxidačných zmenách. Práve oxidačné produkty PUFA zhoršujú senzorické vlastnosti a trvanlivosť mäsa. **Huhry (2009)** uvádza, že bielkoviny sú z nutričného a technologického hľadiska dôležitou súčasťou svalového tkaniva, ale aj enzýmov, protilátok, hormónov a faktorov zrážania krvi. Tieto životne mimoriadne dôležité proteíny musíme do organizmu dodať živočíšnou potravou. Podľa **Crăciuna et al. (2012)** jahňacie mäso obsahuje 25g bielkovín na 100g mäsa a živočíšna bielkovina je o 94% viac stráviteľnejšia ako napríklad rastlinná. Podľa kvality bielkovín a ich vysokej nutričnej hodnoty sú zastúpené pre organizmus a metabolizmus nevyhnutné esenciálne aminokyseliny ako valín, leucín, izoleucín, threonín, methionín, lyzín, fenylalanín a tryptofán. Hlavný podiel z bielkovín predstavujú myofibrilárne bielkoviny, ktoré sú vo svalových vláknach zastúpené 60,5% a v menšom podiele sú rozpustné sarkoplazmatické bielkoviny (29%). Dlhodobý nedostatok bielkovín spôsobuje zníženie obranyschopnosti organizmu, taktiež detoxikáciu pečene, poruchy funkcie orgánov so žľazami s vnútorným vylučovaním, zlé hojenie rán a poruchy

nervového systému. Naopak dlhotrvajúce vysoké príjmy proteínov zaťažujú pečeň a obličky, v postnatálnom období pôsobia na vznik obezity u detí a na choroby neinfekčného charakteru.

**Williamson (2005)** uvádza, že v priebehu *rigor mortis*, majú význam myofibrilárne bielkoviny, pretože ovplyvňujú podiel voľne viazanej vody v mäse. Podľa funkcie sa rozdeľujú na kontraktilné (myozín, aktín), regulačné (tropomyozín, troponín) a podporné (tikín, C - proteín, Z - proteín, M - proteín). Podľa **Juarez et al. (2009)** má genotyp významný vplyv na obsah bielkovín vo svaľe, čo súvisí so šľachtením mäsových plemien oviec.



Obr. 1: LDL častica hlavný prenášač cholesterolu v organizme

Zdroj: Oravec – Blažiček, (2014)

## FYZIKÁLNO – CHEMICKÉ A SENZORICKÉ VLASTNOSTI MÄSA

Ukazovateľmi kvality mäsa sú najmä fyzikálno-chemické vlastnosti (obsah intramuskulárneho tuku, farba, pH, obsah vody a hydroxyprolinu) a vlastnosti senzorické (chuť, vôňa, šťavnatosť, jemnosť). Senzorické a fyzikálno - chemické faktory komplexne pôsobia na farbu, jemnosť a lepšiu chuť mäsa s ohľadom na systém odchovu jahniat a ich pohlavie. Rozhodujúcim faktorom pre konzumenta je farba mäsa a potom vôňa (**Martínez - Cerezo et al., 2005b**). Podľa **Esenbuga et al. (2011)** je farba mäsa znak pri ktorom, spotrebiteľ vizuálne posudzuje kvalitu mäsa. Farba sa objektívne stanovuje pomocou spektrofotometra. Vyjadrená je v systéme CIE pomocou hodnôt  $L^*$ ;  $a^*$ ;  $b^*$ .

Svetlosť mäsa ( $L^*$ ) nás informuje o farbe, ktorá je daná obsahom hemoglobínových farbív, hodnotou pH a hydratáciou. Svetlosť mäsa  $L^*$  je vyjadrená pomerom intenzity svetla odrazeného k intenzite

svetla dopadajúceho. Farebné odtiene svetlosti sú charakterizované pomocou indexov resp. koeficientov ( $a^*$ ) a ( $b^*$ ). Hodnota koeficientu ( $a^*$ ) udáva vzťah medzi červeným až zeleným odtieňom a koeficient ( $b^*$ ) má vzťah medzi žltým a modrým odtieňom v určení farby mäsa.

Podľa **Juárez et al. (2009)** všeobecne platí, že spotrebiteľia uprednostňujú svetlo ružovú farbu jahňacieho mäsa. Farebnosť mäsa je určená prítomnosťou hemových farbív, myoglobínom a hemoglobínom. Ich obsah je ovplyvňovaný chemickými zmenami v mäse počas porážky a zrenia. Svetlosť a farebné odtiene môžu byť ovplyvnené výživou, výrobným systémom, plemenom, jatočnou hmotnosťou, ale aj pohlavím a typom svalových vlákien. **Kuchtík et al. (2012)** zistili, že na odtiene indexov  $L^*$ ;  $a^*$ ;  $b^*$  má významný vplyv genotyp a hmotnosť jahniat pri porážke. Ich výskum potvrdil, že farba mäsa u plemena suffolk bola svetlejšia a menej červenejšia ako u plemena charollais.

Podľa **Calnana et al. (2014)** má mäso schopnosť meniť farbu z červenej na hnedú už pri krájaní. V sekvencii aminokyselín v hemoglobínovej časti prebieha integrácia s aldehydovými zlúčeninami v priebehu oxidácie. Zmena farby je teda spôsobená oksyľčovaním, oxidáciou myoglobínu na oxymyoglobín. Odkysličený myoglobín je fialový a počas oxidácie sa mení na hnedý metmyoglobín. To spôsobuje pri krájaní mäsa zmenu povrchovej farby, kde sa berie do úvahy aj svetlosť a prítomnosť kyslíka. **Zimmerman et al. (2013)** uvádza, že dôvodom prečo mäso tmavne postupne s vekom jahniat, môže byť rýchle zníženie podielu materského mlieka vo výžive jahniat. Ak jahňatá dosiahnu 30 až 35 kilogramovú hmotnosť, farba mäsa sa ustáli. Po dosiahnutí takejto hmotnosti sa farba ešte o jeden stupeň stmavňuje z dôvodu zvyšovania myoglobínu a znižovania obsahu vody vo svalovom vlákne.

**Jose et al. (2008)** zistili, že pri tepelnej úprave mäsa v neprítomnosti dusičnanov dochádza k denaturácii globínu, po ktorej nasleduje oxidácia železa. Počas takéhoto procesu sa farba mení na hnedú až šedú, vtedy sú prítomné hemichrómy. Pokiaľ sú prítomné dusitany a dusičnany, dochádza ku reakcii, kedy sa oxid dusnatý naviaže na železo a výsledná farba je ružová. Krehkosť mäsa je daná štruktúrou, chemickým zložením mäsa, obsahom kolagénu a intramuskulárneho tuku. Ovplyvnená je počas procesu zrenia *rigor-om mortis*, kedy dochádza k proteolyze myofibrilárnych bielkovín a vo svalovom tkanive sa zvyšuje pH hodnota.

**Van de Ven Remy et al. (2014)** uvádzajú, že miera kyslosti mäsa (pH) je vyjadrená koncentráciou vodíkových iónov. Vo funkčnom svaľe živého

zvierat'a je jej hodnota 7,2. V priebehu *post mortem* je hodnota pH 5,2 až 7, kedy dochádza k anaeróbnej glykolýze a z glykogénu vzniká kyselina mliečna, ktorá ovplyvňuje pH. Pokles kyslosti ovplyvňuje celý rad faktorov; najdôležitejšie z nich sú teplota, zásoba glykogénu v čase zabitia a úroveň stresu.

Podľa **Putnama et al. (2007)** sa vo fáze zrenia mäsa postupne uvoľňuje tuhosť, zlepšuje sa väznosť vody, výrazne sa zlepšujú senzorické vlastnosti a mierne stúpa pH na hodnotu 6,2 až 6,5. K zlepšovaniu uvedených vlastností dochádza hlavne vplyvom nahromadenia anorganických fosfátov (štiepne produkty ATP až na inozín), ktoré spôsobujú disociáciu aktínu a myozínu.

Podľa **Stanisza et al. (2007)** sa môže veľmi jednoducho merať pH a elektrická vodivosť mäsa bez toho, aby bitúnky vlastnili laboratórium. Tieto dva indikátory sa môžu použiť ihneď po odporazení jahniat a odhalia kvalitu mäsa. **Simmons et al. (2008)** sa domnievajú, že elektrické parametre stimulácie môžu vyvolať rôzne reakcie, ktoré majú priamy vplyv na zmeny pH po porážke jahniat v závislosti od teploty prostredia.

**Teixeira et al. (2005)** konštatovali, že na pH mäsa nemá vplyv hmotnosť jatočného tela ani zloženie kŕmnej dávky. **Ruprich (2010)** uvádza, že vo svalovine jatočných zvierat prebiehajú enzýmové reakcie látkového a energetického metabolizmu. Tieto reakcie sú spojené s biologickou štruktúrou živých tkanív a s ich fyziologickými funkciami. Degradáčnými (katabolickými) pochodmi je získaná energia pre syntetické (anabolické) deje, ako aj pre fyzickú činnosť organizmu (pohyb, svalová práca). Najvýznamnejším prejavom aktivity natívnych svalov je svalová kontrakcia. Podieľajú sa na nej dôležité bielkoviny ako sú myozín a aktín. Katabolické deje, ktoré sú súčasťou energetickej a látkovej homeostázy organizmu tvoria látky pre výstavbu a obnovu buniek, pletív a tkanív.

Podľa **Teixeira et al. (2005)** pri odporazení jatočných jahniat sa výrazne menia vo svalovine fyziologické funkcie, pH a teplota. Po zastavení prísunu kyslíka do svalu sa znižuje teplota a pH, prerušením krvného obehu sa v tkanive začínajú hromadiť produkty metabolizmu. Všetko je spôsobené aktivitou natívnych enzýmov v odumierajúcich svalových tkanivách. **Cividini et al. (2009)** zistili, že mäso jahniat z pastvín má vyššiu antioxidačnú kapacitu, pretože dôsledkom je ich vyššia fyzická aktivita. Okrem výživy má vplyv na kvalitu mäsa aj metabolická aktivita, rovnako ako aj štruktúra a zloženie svaloviny.

**Inserra et al. (2014)** pozorovali či biologicky aktívne látky ako sú terpeny, karotenoidy a kyselina

askorbová zmenia sýtosť, odtieň mäsa a ovplyvnia pH po 24 hodinách od porážky. S výsledkov vyplynulo, že tieto látky nemali vplyv na farebnosť a hodnoty pH po 24 hodinách od porážky. **De la Lama et al. (2012)** definujú vodu v mäse ako roztok bielkovín, sacharidov, solí a iných rozpustných látok. V mäse je takéto prostredie nevyhnuté pre priebeh enzymatických a biochemických procesov aj v *post mortem*. Z nutričného hľadiska je voda bezvýznamná, ale zo senzorického a technologického pohľadu má veľký význam.

Podľa **Priola et al. (2009)** pod pojmom väznosť vody rozumieme schopnosť viazať voľnú vodu v mäse. Pevne viazaná je hydratačná voda, ktorá sa viaže elektrostaticky na disociované skupiny a vodíkové mosty na nedisociované hydrofilné skupiny. Voľná voda, z ktorej je časť imobilizovaná a časť uzavretá v bunkách a vo svalových vláknach voľne z mäsa neuniká, až po narušení bunky. **Di Luca et al. (2011)** uvádzajú, že voda tvorí najväčší podiel vnútorného prostredia organizmu a zúčastňuje sa chemických reakcií spolu s minerálnymi látkami. Obsah vody v mäse tvorí roztok bielkovín, sacharidov, solí a iných rozpustných látok. Je veľmi premenlivý a závislý aj od obsahu intramuskulárneho tuku. **Kuchčík et al. (2012)** uvádzajú, že podľa genotypu sa mení pH a voľne viazaná voda. Pri meraniach *post mortem* po 24 hodinách sa zvýšila hodnota voľne viazanej vody v mäse, ale hodnota pH bola nízka.

**Roldan et al. (2015)** konštatujú, že chuť a vôňa v mäse je závislá od zloženia a obsahu tuku. Chuť je dôležitá senzorická vlastnosť v kulinárstve, ale aj pri predaji jahňacieho mäsa. Teplota aj dĺžka doby varenia ovplyvňujú fyzikálne zložky v mäse. Španielski kuchári odporúčajú mäso marinovať a variť pri teplote 60°C, vtedy sa zachovávajú všetky senzorické vlastnosti. Na chuť a farbu vareného mäsa majú vplyv aj zmeny počas zrenia a varenia, vtedy dochádza ku degradácii lipidov, aminokyselín a niektorých cukrov. Dôležitú úlohu zohrávajú aj sŕne aminokyseliny ako cisteín a cistín, ale aj vitamín B1 a ďalšie heterocyklické zlúčeniny, ktoré dodávajú jahňacine chuť a vôňu. Podľa **Watkinsa et al. (2014)** je typická barania aróma výraznejšia pri starších ovciach než u jahniat. Mastné kyseliny s rozvetvenými reťazcami sú chemické zlúčeniny, ktoré dodávajú mäsu chutnosť a šťavnatosť. Mäso jahniat, ale aj iných kategórií oviec, ktoré sa pásli na zelených pastvinách, malo výraznejšiu chutnosť a šťavnatosť ako u jahniat, ktoré sa nepásli. Mäso jahničiek je šťavnatejšie a krehkejšie ako u baránkov, pretože u jahničiek je nižší podiel kolagénu vo svalovom vlákne. Austrálsky vedci potvrdili, že mäso pasúcich sa jahniat je lepšie vo všetkých senzorických ukazovateľoch ako jahniat z intenzívneho odchovu resp. výkrmu.

**Tejeda et al. (2008)** uvádzajú, že nutričnú hodnotu, ale aj senzorické vlastnosti mäsa ovplyvňuje zloženie mastných kyselín a obsah intramuskulárneho tuku. **Miček et al. (2010)** konštatujú, že infračervená spektrofotometria ako analytická technika, ktorá využíva rôzne vlnové dĺžky nám umožňuje získať kompletný obraz o kvantitatívnych znakoch mäsa (obsah tuku, vody a bielkovín) pri posudzovaní jeho kvality. V mäse, existuje veľmi silný vzájomný vzťah medzi obsahom tuku a vody ( $R^2 = 0,99$ ). Avšak vysoko signifikantný vzťah je aj medzi obsahom bielkovín a tuku ( $R^2 = 0,87$ ). **Rodbotten et al. (2000)** uvádzajú, že spektrofotometria odhalila zmeny pomeru vody a vodíkových väzieb, ktoré boli vzájomne ovplyvňované počas zrenia mäsa. V priebehu *rigor mortis* sa nemenili vlastnosti ako krehkosť a strižná sila mäsa. Podľa **Fregonesiho et al. (2014)** spracovanie potravín ionizujúcim žiarením je bežný spôsob predlžovania trvanlivosti mäsa v Austrálii. Vedci preukázali, že gama žiarenie znižuje prítomnosť spór parazitov, húb, baktérií, vírusov a iných škodlivých mikroorganizmov.

#### MASTNÉ KYSELINY A ICH PÔSOBENIE NA ZDRAVIE KONZUMENTOV JAHŇACIEHO MÄSA

**Margetin et al. (2013)** uvádzajú, že v poslednom desaťročí sa pozornosť zameriava na posudzovanie kvality mäsa jahniat na základe spektra mastných kyselín (MK) s dôrazom na zdraviu prospešné MK intramuskulárneho a extramuskulárneho tuku. Podľa **Horskej et al. (2012)** sú všetky tuky tvorené rovnakými základnými prvkami - uhlíkom, kyslíkom a vodíkom. Tieto prvky sú usporiadané do molekúl, ktoré sa nazývajú „mastné kyseliny“. Mastná časť molekuly mastnej kyseliny sa skladá z atómu vodíka a kyslíka, ktoré sú pripojené na konci uhlíkového reťazca. Reťazec sa môže skladať zo 4 až 30 atómov uhlíka.

**Andrés et al. (2014)** uvádzajú, že vlastnosti mastných kyselín závisia na dĺžke reťazca ako aj na počte a forme dvojitých väzieb. Primárne slúžia ako energetický materiál pri tvorbe triacylglycerolov, ktoré obsahujú vyššie mastné kyseliny s dlhým reťazcom. Mastné kyseliny majú výnimočnú funkciu v tom, že sú potrebné pre biochemické procesy, syntézu glycerofosfolipidov a sfingolipidov. Taktiež sú to dôležité zložky bunkových membrán.

**Hames a Hooper (2012)** definujú mastné kyseliny ako biosynteticky vytvorené alifatické (nasýtené alebo nenasýtené) monokarboxylové kyseliny s párnym počtom uhlíkových atómov a možnými substituentmi v bočnom reťazci.

Mastné kyseliny sa rozdeľujú podľa dĺžky reťazca na:

- MK s krátkym reťazcom (počet C do 6),
- MK so stredne dlhým reťazcom (počet C 6 – 12),
- MK z dlhým reťazcom (počet C 14 – 20),
- MK s veľmi dlhým reťazcom (počet C viac ako 20).

Podľa stupňa nasýtenia sa rozdeľujú na:

- Nasýtené mastné kyseliny, ktoré majú väčšinou rovný, nerozvetvený reťazec s párnym počtom uhlíkov (C) a na všetkých C sú naviazané atómy vodíka (H). Vyznačujú sa lepšou oxidačnou stabilitou a rozdeľujú sa na nižšie MK (kyselina octová, maslová, kaprylová, kaprónová, kaprínová) a vyššie MK (kyselina stearová, palmitová, arachidová, behénová). Nachádzajú sa aj v kvapalnej aj v tuhej forme.

Podľa **Chowa (2008)** sú potrave zastúpené v živočíšnom aj v rastlinnom tuku (loj, oleje) a zvyšujú hladinu LDL cholesterolu. Kyselina palmitová (C16:0) ako vyššia mastná kyselina je horšie stráviteľná a má nežiaduce účinky, pretože podporuje rozvoj obezity a arteriosklerózy.

- Nenasýtené MK → s jednou dvojitou väzbou (MUFA),  
→ s dvoma a viacerými dvojitými väzbami (PUFA),  
→ s jednou a viacerými trojitými väzbami,

Podľa **Santercoleho et al. (2007)** môžu byť esenciálne mastné kyseliny živočíšneho alebo rastlinného pôvodu, niektoré si nevie organizmus vytvoriť sám, nemá potrebné enzýmy (desaturázy) a pre správne fungovanie ich musí prijať potravou. Tie slúžia na produkciu chemických prenášačov, ktoré sú potrebné pre normálny rast buniek, metabolizmus tukov a cholesterolu, ohybnosť ciev, zrážanlivosť krvi a správnej činnosť mozgu i očí.

**Yang et al. (2013)** uvádzajú, že do metabolizmu vstupujú mastné kyseliny až po aktivácii väzby na koenzým A, čím vzniká acyl-CoA (acyl-CoA-ligáza). Ten môže byť katabolicky rozštiepený na acetyl-CoA alebo môže byť prekursorom biosyntézy triacylglycerolov.

Podľa geometrickej izolácie sú známe nasledovné konfigurácie nenasýtených mastných kyselín:

a) v *cis* konfigurácii; nachádzajú sa v prírodných tukoch a majú nižší bod topenia. Obe časti reťazca sú umiestnené na rovnakej časti roviny, nachádza sa tu dvojitá väzba. V mieste ohnutia reťazca do tvaru „L“ je uhol 120°.



b) v *trans* konfigurácii; vznikajú hydrogenáciou nenasýtených olejov. Obe časti reťazca sú lokalizované na opačných stranách roviny s dvojistou väzbou, reťazec je rovný.

Podľa **Moureka et al. (2009)** nestačí poznať len obsah niektorých mastných kyselín, ale dôležité je aj o aký izomér a vzájomné pomery jednotlivých izomérov MK sa jedná. **Pospíšilová et al. (2012)** uvádzajú, že priemyselné *trans* mastné kyseliny sa menia z prirodzených konfigurácií *cis* na neprirodzené *trans*, týmto sa úplne zmenia vlastnosti kyselín s tým, že počet uhlíkov v reťazci zostáva rovnaký. Týka sa to najmä kyseliny olejovej (C18:1 *cis* - 9), z ktorej vzniká kyselina elaidová (C18:1 *trans* - 9) a bod topenia sa mení z 13,4°C na 45°C a s tým si nevie poradiť enzým lipáza, určený na trávenie tukov.

**Willems et al. (2014)** konštatujú, že už pri prepaľovaní jednej tretiny nasýtených mastných kyselín dochádza ku zmene konfigurácie z *cis* na *trans*, čo spôsobuje nerovnováhu metabolizmu a oxidatívny stres. Pri dlhodobom užívaní priemyselných stužovačov alebo hydrogenovaných olejov, pri zahrievaní a prepaľovaní olejov, pri vysokých teplotách sa objavujú ochorenia ako ateroskleróza, cerebrovaskulárna mozgová príhoda, *diabetes melitus*, Alzheimerova a Parkinsonova choroba.

**Boháčová (2012)** uvádza, že prirodzené *trans* formy mastných kyselín, ktoré sa nachádzajú v mlieku, v mäse a v tráviacom trakte prežúvavcov sa rýchlo menia na zdraviu prospešné látky. Kardiovaskulárne ochorenia sú najčastejšie príčiny mortality. Charakterizované sú kôrnatením tepien, tvorbou krvných zrazenín, ktoré väčšinou blokujú prietok krvi, dochádza k infarktu, mŕtvici alebo k srdcovým arytmiám. Výskum mnohých štúdií preukázal, že vyšší príjem *omega* 6 mastných kyselín môže výrazne ovplyvniť rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení.

Podľa **Johnsona et al. (2003)** je akumulácia mastných kyselín s dlhým reťazcom akými sú kyselina myristová, palmitová a olejová, najviac zastúpené v hladkom svalstve, v srdci, obličkách a pečeni. Obsah kyseliny olejovej a linolovej sa zvyšuje predovšetkým u priečne pruhovaného svalstva, hlavne v stehne a chrbtovom svalstve, ale naopak menej je v pleci.

**Arsenos et al. (2006)** uvádzajú, že konjugovaná kyselina linolová (CLA) je zmes izomérov kyseliny linolovej, ktorá sa vyskytuje v živočíšnych produktoch ako je mlieko a mäso prežúvavcov. V rastlinných zdrojoch je jej podiel zanedbateľný. **Simopoulos et al. (2008)** konštatujú, že prírodným zdrojom CLA sú preto mliečne tuky, pretože bachorové baktérie u prežúvavcov konvertujú kyselinu linolovú a

linolénovú na CLA a iné *trans*, *mono* a polynenasýtané mastné kyseliny. Podľa **Elgersma et al. (2006)** je CLA zmesou dôležitých priestorových a polohových izomérov, z ktorých 70 až 90 % tvorí kyselina rumenová („rumenic acid“ v skratke len RA, *cis* - 9 *trans* - 11; C18 : 2). V bachore prežúvavcov RA môže byť produkovaná neúplnou biohydrogenáciou kyseliny linolovej, ale aj z *trans*-vaccénovej kyseliny (tVA) desaturáciou s použitím špecifického enzýmu v mliečnej žľaze.

**Willems et al. (2014)** uvádzajú, že v intramuskulárnom tuku sa koncentrácia CLA pohybuje od 5 do 15 mg/g. Preto je pre vytvorenie CLA dôležitý metabolizmus anaeróbných baktérií v predžalúdkoch prežúvavcov. V rôznych tkanivách sa mení koncentrácia CLA v závislosti od druhu a individuality zvierat. Podľa **Schmida et al. (2006)** skupiny prírodných polohových izomérov kyseliny linolovej a rumenovej sa vyznačujú anti-karcinogénnymi, antiteratogénnymi, antidiabetickými a antibakteriálnymi vlastnosťami. Podporujú tiež imunitu, znižujú hladinu cholesterolu, zvyšujú hladinu antioxidantných enzýmov v bunkách, pôsobia pri prevencii cukrovky. **Zhang et al. (2010)** uvádzajú, že po pridaní vitamínu E do kŕmnych zmesí pre jahňatá v intenzívnom výkrme, má tento antioxidant vplyv na obsah CLA a hromadenie medziproduktov biohydrogenáciou v bachore. Podľa **Boda et al. (2006)** vplyva na zloženie mastných kyselín, s dôrazom na hladinu CLA, obohatenie kŕmnej dávky o rastlinné oleje (repkový, ľanový alebo konopný), ale aj intenzívne pasenie oviec.

**Allen a Hamilton (2003)** uvádzajú, že rýchlosť oxidácie je daná stupňom nenasýtenosti reťazca mastných kyselín. Kyselina linolová je oxidovaná 64 - krát a kyselina linolénová 100 - krát rýchlejšie ako kyselina olejová.

Podľa **Sojája et al. (2009)** celkový profil mastných kyselín ovplyvňuje celá rada genetických a negenetických faktorov. Dôležitý je spôsob kŕmenia jahniat a samotný produkčný systém, ktorý sa podieľa viac ako 65 % na ich celkovej variabilite.

**Willems et al. (2014)** konštatujú, že ochranné účinky pri prevencii fatálnych kardiovaskulárnych ochorení má aj ďalšia mastná kyselina  $\alpha$  - linolénová C18:3 *n* - 3 (v skratke len ALA). Pri mamárnych tumoroch má protektívnu funkciu kyselina *trans* - 11 C 18 : 1 (**trans** vaccenic acid, tVA). Je dôležité si uvedomiť, že dominujúce nenasýtené mastné kyseliny ako ALA a kyselina linolová (LA) sa nachádzajú v rastlinách, čiže v pastevnom poraste. Veľmi dôležitý esenciálny význam majú *omega* 3 polynenasýtené mastné kyseliny (*n*-3 PUFA) medzi, ktoré zaraďujeme kyselinu ALA ale aj kyseliny *cis* - 5,8,11,14,17-

eikosapentaenová (v skratke len EPA), *cis* - 4,7,10,13,16,19 - dokosahexaenová (v skratke len DHA) a *cis* - 7,10,13,16,19 - dokozapentaenová (v skratke len DPA).

Podľa **Margetína et al. (2013)** sa dôraz pri posudzovaní kvality jahniat rôznych kategórií kladie najmä na esenciálne MK intramuskulárneho a extramuskulárneho tuku (LA a ALA) a zdraviu prospešné MK (CLA, EPA, DHA a iné). **Park et al. (2013)** konštatujú, že PUFA s dlhým reťazcom, ako kyselina arachidónová (AA), eikosapentaenová a dokosahexaenová prispievajú k prevencii a následnej liečbe rôznych zápalových imunitných porúch ako sú napr. alergie. Ich funkcia spočíva aj v tom, že sú prekuzormi významných mediátorov zápalu.

Podľa **Boháčovej (2012)** sú najbohatším zdrojom esenciálnych *n* - 3 PUFA morské ryby, tie sú ale v našej potrave málo zastúpené. Ale *n* - 3 PUFA sa nachádzajú aj v rastlinách, napríklad v semienkach ľanu, repky a konope, kde je ich obsah približne rovnaký ako v rybom oleji. V rastlinách sa nachádzajú aj *n* - 6 PUFA ako je kyselina arachidónová,  $\gamma$  - linolénová (GLA) a LA, a to v slnečnicovom, kukuričnom, klíčkovom, sezamovom a makovom oleji.

**Sinanoglou et al. (2013)** uvádzajú, že podľa austrálskych a európskych noriem sa možno jahňacie mäso považovať za zdroj *n* - 3 PUFA (stačí prijať 40 mg EPA a DHA v 100 g mäsa). Mnohé štúdie ukazujú, že podiel týchto mastných kyselín závisí na výrobnom systéme a výžive jahniat a bahníc. Podľa **Elgersma et al. (2006)** je pre ľudský organizmus dôležitý správny pomer medzi *n* - 6 a *n* - 3 PUFA (2:1 až 3:1), ale nadmerný príjem *n* - 6 PUFA hlavne v rastlinných olejoch môže spôsobiť srdcový infarkt, mozgovú mŕtvicu a aj dopomôcť ku vzniku artritídy. **Hopkins et al. (2014)** uvádzajú, že podľa austrálskych štandardov môžeme pokladať jahňacie mäso za zdroj *omega* 3 PUFA, ak obsahuje minimálne 30 mg *n*-3 PUFA s dlhým reťazcom na 100 g mäsa, a to vo forme EPA alebo DHA. Podľa európskych štandardov možno pokladať mäso za zdroj *n*-3 PUFA, ak je ich obsah minimálne 40 mg na 100 g mäsa. Omega 3 a 6 PUFA sú potrebné pre výstavbu membrán všetkých typov buniek ako sú trombocyty, erytrocyty, leukocyty, granulocyty, monocyty, fibroblasty a bunky pečene.

Podľa **McAfee et al. (2010)** by mal byť odporúčaný pomer PUFA a nasýtených mastných kyselín (SFA) vyšší ako je hodnota 0,7 a pomer *omega* 6 a *omega* 3 PUFA nižší ako 4:1. Súčasný životný štýl, nevyvážená potrava, stresové faktory a nedostatok pohybu vedú k zvyšovaniu rizika civilizačných ochorení; ich prevenciou je práve príjem

*n* - 3 PUFA. **Silva Sobrinho et al. (2014)** uvádzajú, že koncentrácia PUFA je nižšia oproti nasýteným mastným kyselinám preto, lebo tieto vznikajú u prežívavcov biohydrogenáciou v bachore.

**Palmquist a Mattos (2006)** konštatujú, že optimálny obsah intramuskulárneho tuku v najdlhšom chrbtovom svale by mal byť v rozmedzí 4 až 5%; vtedy je mäso šťavnaté a chutné. Podľa **Simopoulos et al. (2002)** počas metabolizmu z LA vzniká GLA, ktorá má protizápalový a anti - rakovinový účinok. Správny pomer príjmu *n* - 3 a *n* - 6 PUFA v potrave zaručí konzumentom ochranu organizmu proti autoimunitným ochoreniam.

Podľa **Tanga et al. (2001)** je mitochondriálna oxidácia mastných kyselín potrebná ako zdroj energie počas hladovania. Energia z mastných kyselín sa získava buď úplnou oxidáciou alebo produkciou ketolátok v pečeni, ktoré potom slúžia ako alternatívny zdroj energie pre mozog. Jedinou bežnou poruchou  $\beta$  - oxidácie mastných kyselín u väčšiny ľudí je deficit acyl-CoA dehydrogenázy mastných kyselín so stredne dlhým reťazcom. Porucha mitochondriálnej  $\beta$  - oxidácie mastných kyselín sa prejavuje hlavne v bunkách s vysokou energetickou spotrebou. Ide predovšetkým o srdcový a kostrový sval, obličky a hepatocyty.

**Rog a Vattulainen (2014)** konštatujú, že ateroskleróza je dlhodobé systémové ochorenie tepien, cievne steny tuhnú, zužujú sa a pri úplnom upchatí tepny vzniká krvná zrazenina, ktorá môže vyvolať odumretie tkaniva. Porucha metabolizmu tukov je jedna z mnohých príčin tohto ochorenia. **Zapletal et al. (2010)** uvádzajú, že o aterogénnom indexe platí, to čím sú hodnoty vyššie, tým sú nepriaznivejšie zdravotné účinky na organizmus a naopak o trombogénnom tzv. hypocholesterolemickom a hypercholesterolemickom indexe platí, že čím sú hodnoty vyššie, tým sú účinky na zdravie priaznivejšie.



Obr. 1: Spektrofotometer, na ktorom sme stanovili chemické ukazovatele mäsa pokusných jahniat

Použitá literatúra je k dispozícii u autorov

## POĎĚKOVANIE

Práca bola podporená projektom APVV-0458-10.

### Abstrakt

Hlavným cieľom práce bolo posúdiť kvalitu štyroch skupín ťažkých jatočných jahniat zo štyroch systémov odchovu, a to tradičného spôsobu odchovu v ovčine s výrazným využívaním koncentrovaného krmiva (plemeno ile de France), pastevného odchovu jahniat pod bahnicami, bez použitia jadrového krmiva (plemeno ile de France) a dvoch systémov polointenzívnych, u ktorých bola rozdielna najmä výživa jahniat vo finálnej fáze odchovu (plemeno berrichon du Cher a suffolk). Kvalita jatočných jahniat bola posudzovaná na základe fyzikálno-chemických a senzorických vlastností mäsa a na základe spektra mastných kyselín intramuskulárneho a subkutánneho tuku.

**Kľúčová slova:** jahňa, mäso

#### **Kontaktná adresa:**

**Ing. Pavol Makovický, PhD.**

Univerzita J. Selyeho

Pedagogická fakulta

Katedra Biológie

Bratislavská cesta 3322

945 01 Komárno

Slovenská republika

[makovicky.pavol@gmail.com](mailto:makovicky.pavol@gmail.com)

#### **Ing. Zuzana Horečná, PhD.**

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Katedra špeciálnej zootechniky

Tr. A. Hlinku 2

949 76 Nitra

Slovenská republika

#### **prof. RNDr. Milan Margetín, PhD.**

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Katedra špeciálnej zootechniky

Tr. A. Hlinku 2

949 76 Nitra

Slovenská republika

[milan.margetin@uniag.sk](mailto:milan.margetin@uniag.sk)

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum

Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

Ústav systémov chovu, šľachtenia a kvality produktov

Hlohovecká 2

951 41 Lužianky

Slovenská republika

[margetin@cvzv.sk](mailto:margetin@cvzv.sk)

#### **dr. habil. PaedDr. Melinda Nagy, PhD.**

Univerzita J. Selyeho

Pedagogická fakulta

Katedra Biológie

Bratislavská cesta 3322  
945 01 Komárno  
Slovenská republika  
[nagymelinda@gmail.com](mailto:nagymelinda@gmail.com)

**Ing. Martin Janíček**  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov  
Katedra špeciálnej zootekniky  
Tr. A. Hlinku 2  
949 76 Nitra  
Slovenská republika  
[xjanicek@is.uniag.sk](mailto:xjanicek@is.uniag.sk)

*Recenzovali: Ing. J. Frydrych, Ing. A. Sedláček, Ph.D.*