**Metody klasifikace jatečně upravených těl skotu – současnost a budoucnost**

Ing. Luděk Bartoň, Ph.D

**Úvod**

Skot využívaný k jatečným účelům představuje velmi různorodou skupinu zvířat, které se mezi sebou liší pohlavím, věkem, hmotností, užitkovým typem, plemennou příslušností, způsobem chovu nebo výkrmu atd. Proto i složení jatečně upraveného těla (JUT), podíly jednotlivých partií a tkání, ale i parametry kvality masa jsou velmi variabilní. Existuje celá řada systémů klasifikace a hodnocení JUT, které jsou založeny na subjektivním posuzování či objektivním měření různých charakteristik. Toto hodnocení kvality JUT je pak základem pro obchodní vztah mezi producentem jatečného skotu a zpracovatelem (jatkami) neboli pro tzv. zpeněžování jatečného skotu, ale může přinášet informace o kvalitě produktu i pro finální spotřebitele.

**Historie a současnost klasifikace JUT skotu v Evropské unii a České republice**

Jednotlivé evropské státy používaly po druhé světové válce navzájem odlišné způsoby klasifikace JUT skotu. V rámci tehdejšího Evropského hospodářského společenství (nyní Evropské unie) proto vyvstala potřeba vytvoření společného hodnotícího systému a jeho standardizované aplikace v jednotlivých členských státech (Kempster *et al.*, 1982). Jednotný systém klasifikace byl zaveden v r. 1981 a byl založen na hmotnosti JUT, kategorii JUT podle pohlaví a věku a na vizuálním posouzení a stanovení třídy zmasilosti a protučnělosti vyhláškami č. 1208/81 (EC, 1981) a 1026/91 (EC, 1991). Na stejném principu je používán ve všech zemích EU do současnosti. Pro zavedení jednotného klasifikačního systému existovaly následující důvody (Fisher, 2007):

* Poskytnout chovateli informace o požadavcích zpracovatelů, obchodníků a konečně i spotřebitelů na kvalitu JUT skotu, na základě kterých by mohl realizovat krátkodobá marketingová a dlouhodobá chovatelská rozhodnutí;
* umožnit obchodníkům specifikovat při nákupu JUR své požadavky a tak snížit variabilitu dodávaných JUT;
* vytvořit základ pro zpeněžování JUT u obchodních vztahů producent – zpracovatel a zpracovatel – obchodník;
* umožnit nákup JUT s definovanou kvalitou na dálku a tím snížit náklady;
* zpřesnit systém hlášení cen Evropské komisi a tím přispět ke zvýšení konkurence.

V současnosti jsou v EU povinně klasifikována JUT kategorií mladý skot (Z; věk od 8 do 12 měsíců bez ohledu na pohlaví), mladý býk (označení A; býk ve věku od 12 do 24 měsíců), býk (B; býk ve věku od 24 měsíců), vůl (C; vůl ve věku od 12 měsíců), kráva (D) a jalovice (E; jalovice ve věku od 12 měsíců). Rovněž korektní úprava jatečného těla podléhá legislativní úpravě. Podle stupně zmasilosti se JUT zařazují do 6 tříd (S, E, U, R, O, P), podle stupně protučnělosti do 5 tříd (1, 2, 3, 4, 5). Je možné využívat i podtřídy, kdy jednu základní třídu lze rozdělit na tři podtřídy. Stanovení tříd zmasilosti a protučnělosti se provádí subjektivně podle obrazových vzorů JUT, které jsou společné pro všechny kategorie skotu a stejné pro všechny země EU, a podle slovních definic pro jednotlivé třídy. U zmasilosti se vizuálně posuzuje vývin a plnost osvalení zejména kýty, hřbetu a plece. Protučnělost je hodnocena podle plochy tukového pokrytí a jeho tloušťky. V současnosti jsou v rámci EU povinně klasifikována JUT skotu na jatkách, kde se v ročním průměru poráží 150 a více kusů skotu (EU, 2017).

Podobným vývojem procházel systém klasifikace JUT skotu i v České republice (Bartoň, 2000, Bartoň and Bureš, 2009). Dříve platné Československé státní normy ČSN 46 6120 „Jatečný skot“ a ČSN 46 6121 „Jatečná telata“ umožňovaly subjektivní zařazení do jedné ze čtyř tříd podle zmasilosti (E, A, B, C) a do jedné ze tří tříd podle protučnělosti (1, 2, 3). Jednotlivé kategorie jatečného skotu (býci, jalovice a voli, krávy) byly zařazovány do tříd jakosti v živém stavu anebo v mase. Při nákupu v živém se nákupní hmotnost stanovila vážením a následnou srážkou za nakrmenost, která se pohybovala od 0 do 8 %. Zařazení do třídy jakosti bylo provedeno na základě vizuálního hodnocení zvířete a pomocí tzv. „řeznických hmatů“ na předem stanovených částech těla. Tento systém klasifikace dával možnost vzniku sporů mezi prodávajícím a kupujícím ohledně výšky srážky za nakrmenost anebo zařazení do třídy jakosti, proto se více uplatňoval objektivnější a přesnější nákup v mase. Při tomto způsobu se do stejných tříd za zmasilost a protučnělost zařazovalo jatečně upravené tělo po porážce před vychlazením.

R. 2001 vstoupila v platnost vyhláška Ministerstva zemědělství č. 354/2001 Sb., kterou byl zaveden klasifikační systém založený na klasifikaci pouze jatečných těl. V současnosti je povinnost klasifikovat zakotvena v zákoně č. 110/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů a dále ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 211/2019 Sb. o způsobu provádění klasifikace jatečně upravených těl jatečných zvířat a podmínkách vydávání osvědčení o odborné způsobilosti fyzických osob k této činnosti. Povinnost klasifikovat JUT skotu se v ČR vztahuje na jatecké provozy porážející více než 20 ks skotu týdně v ročním průměru, čímž je výrazně překročen požadavek EU (nyní 150 ks skotu týdně). Důvodem je poměrně vysoký počet jatek, na kterých se poráží spíše nižší počet zvířat v porovnání s podniky zejména ve starých členských zemích EU. V r. 2018 byla klasifikace v ČR aplikována na celkem 45 porážkových míst a klasifikováno bylo 68 % JUT z celkem poražených kusů skotu. Na rozdíl od většiny zemí EU nejsou v ČR využívány podtřídy, ale pouze hlavní třídy zmasilosti a protučnělosti. Příčinou je dosavadní nezájem o tuto praxi, která má potenciál systém více objektivizovat, ze strany zpracovatelů i producentů jatečného skotu. Klasifikaci provádějí zaměstnanci jatek, kteří splňují požadavky dané legislativou na dosažené vzdělání a délku praxe a absolvovali odbornou přípravu pro provádění klasifikace JUT skotu. Podobná praxe, kdy klasifikaci vykonávají zaměstnanci jatek, je v současnosti aplikována v 19 členských zemích EU. Ve zbývajících zemích se tohoto úkolu obvykle ujímá klasifikační agentura coby nezávislá právnická osoba. Činnost klasifikátorů je kontrolována inspekčním orgánem, pro který platí, že je na provozovateli jatek nezávislý. V ČR je státním dozorem nad klasifikací JUT jatečných zvířat v současnosti pověřena Státní veterinární správa (Bartoň *et al.*, 2018).

**Vývoj objektivních systémů klasifikace JUT skotu založených na analýze obrazu**

Hlavním problémem klasifikace založené na smyslovém posouzení spočívá v tom, že je mnohými vnímána jako subjektivní, nekonzistentní a ovlivnitelná. Ani striktní a intenzívní kontrola klasifikace nedokáže vždy zajistit její objektivitu. To v některých případech může vést ke ztrátě důvěry ve vztazích mezi producenty a zpracovateli (Allen, 2007).

Proto již od počátku zavedení jednotné klasifikace v EU existuje snaha o vyvinutí objektivních aparativních systémů, které by nepřesnosti způsobené lidským faktorem dokázaly eliminovat. Jediné systémy zařazující JUT skotu do tříd zmasilosti a protučnělosti, které byly v EU dotaženy do praktické aplikace včetně jejich zakotvení do příslušné legislativy v r. 2003 (EU, 2017), jsou založeny na počítačové analýze digitálního obrazu pořízeného podle předem stanovených podmínek (video image analysis; VIA). Pomocí speciálního software jsou ze snímku extrahována data zahrnující lineární rozměry, objemy, úhly, zakřivení a barvy a na základě nich je stanovena příslušná podtřída zmasilosti i protučnělosti. Údaje lze využít i pro odhad indikátorů kvality jatečného těla jako je podíl zadní čtvrti nebo podíl masa (Allen, 2009).

V letech 1999 a 2000 byly provedeny srovnávací testy VIA systémů BCC2 (SFK Technology, Dánsko), VBS2000 (E + V, Německo) a VIAScan (Meat and Livestock Australia, Austrálie), ve kterých byly výsledky klasifikace tří zkušených klasifikátorů porovnávány a s výsledky testovaných systémů. Výsledky neprokázaly významné rozdíly mezi testovanými systémy a poukázaly na velmi dobrou shodu ve stanovení tříd zmasilosti, ale horší výsledky u stanovení tříd protučnělosti (Allen, 2000). V r. 2004 byl systém VBS2000 nainstalován na 24 exportních jatkách v Irsku a lze konstatovat, že v současnosti naprostá většina JUT skotu vyprodukovaných v této zemi je klasifikována tímto objektivním systémem. Po odstranění počátečních problémů navíc ubylo stížností na zatřídění, kterých je nyní podstatně méně než před zavedením objektivní klasifikace (Allen, 2007). Mezi další země, ve kterých jsou VIA systémy na některých jatkách v současnosti využívány, patří Dánsko, Velká Británie, Francie a Španělsko.

V současnosti převládá názor, že validace VIA systémů prostřednictvím panelu klasifikátorů a shody při zařazování do tříd zmasilosti a protučnělosti není vyhovující. Vhodnější by byla jejich validace na základě schopnosti odhadnout složení JUT, které může být zpětně vztaženo k jednotlivým třídám zmasilosti a protučnělosti (Craigie *et al.*, 2012). Složení JUT lze pro účely porovnání stanovit ruční disekcí, což je však extrémně pracné, anebo využitím vysoce přesné a nedestruktivní metody pomocí CT (computed tomography) skenerů (Navajas *et al.*, 2010a).

Mezi hlavní nevýhody VIA systémů patří nižší přesnost stanovení tříd protučnělosti, což vyplývá z faktu, že analýzou obrazu lze obtížně zjistit tloušťku tukového pokrytí JUT. Dále je nutný poměrně velký prostor na konci porážkové linky pro instalaci systému. Nezanedbatelné jsou i investiční náklady, které s instalací systému na jatkách souvisí (Craigie *et al.*, 2012). Logickým budoucím využitím sofistikovaných zařízení, kterými VIA systémy bezesporu jsou, by byl přímý odhad podílu svaloviny v JUT, který by byl základem pro zpeněžování JUT skotu i pro systém hlášení cen. Podobně je tomu v současnosti i v chovu prasat. Otázkou zůstává, jak by byl takto diametrálně odlišný postup přijat producenty skotu a zpracovateli hovězího masa (AHDB, 2008).

**Klasifikační systémy používané v zemích mimo EU**

V chovatelsky vyspělých zemích mimo EU existují různé systémy hodnocení JUT skotu, které jsou od SEUROP systému používaného v EU většinou výrazně odlišné. Vznikaly a jsou nadále vyvíjeny v souladu s požadavky místního trhu, odvětví produkce a zpracování hovězího masa a národní politiky. Jedno však mají společné – ve svém principu se více orientují na kvalitativní znaky masa a preference spotřebitele než je tomu u evropského SEUROP (AHDB, 2008).

*Spojené státy americké*

Klasifikace JUT skotu se v USA řídí pravidly vydanými federálním ministerstvem zemědělství (USDA, 2017). Klasifikace je dobrovolná, prováděná za úplatu a klasifikátorem je zaměstnanec ministerstva zemědělství. Principem je oddělené hodnocení kvality JUT (Quality Grades) a výtěžnosti JUT (Yield Grades). Hodnocením kvality jsou JUT tříděna podle očekávaných organoleptických vlastností, jako jsou křehkost, šťavnatost nebo chuť a vůně. Hodnocenými kritérii kvality jsou stupeň fyziologické zralosti JUT (osvědčení o věku zvířete, stav chrupu, tvar, velikost a osifikace kostí a chrupavek, barva a textura masa; celkem 5 stupňů) a stupeň mramorování na řezu roštěncem mezi 12. a 13 žebrem (7 stupňů). Kombinací těchto dvou kritérií a v závislosti na pohlaví zvířete lze udělit osm tříd kvality – Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility, Cutter a Canner). Většina spotřebitelů je s těmito stupni kvality obeznámena a využívá je při nákupu masa v maloobchodní síti. Třídění podle výtěžnosti zahrnuje měření vnější tukové vrstvy na roštěnci, plochy řezu roštěnce, podílu tuku z oblasti ledvin, pánve a srdce a hmotnosti JUT za tepla. Tyto údaje slouží k výpočtu výtěžnosti svaloviny z hlavních masitých částí JUT. Existuje celkem 5 stupňů výtěžnosti (Tatum, 2007).

*Kanada*

Hodnocení provádí Canadian Beef Grading Agency. Hodnocena jsou JUT, která prošla veterinární prohlídkou. Jsou zařazována do tříd podle stupňů kvality, výtěžnosti a celkové hodnoty. Cílem je poskytnout informaci o celkové kvalitě produktu producentům skotu, zpracovatelům, maloobchodu anebo restauracím. Informace je určena i spotřebitelům, kterým umožňuje nákup masa konzistentní a předvídatelné kvality. JUT jsou hodnocena podle kritérií stupeň fyziologické zralosti, pohlaví, zmasilost, barva a textura tuku, barva, textura a mramorování svaloviny. Třídy kvality jsou Canadian Prime, A, AA, AAA, B1-4, D1-4, E. Třídy A mohou být klasifikovány 5 stupni i podle výtěžnosti svaloviny, která je odhadována (stejně jako v USA) na základě plochy řezu roštěnce, tloušťky vrstvy tuku na roštěnci v úrovni 12. žebra, podílu tuku v oblasti ledvin, pánve a srdce a hmotnosti JUT za tepla. Systém může být v současnosti doplněn i o kameru snímající obraz řezu roštěncem (E + V Technology GmbH Beef Instrument Technology), jehož analýzou jsou objektivně získány informace o ploše roštěnce a stupni mramorování (BCRC, 2019).

*Austrálie*

Principem hodnocení komplexního systému Meat Standards Australia (MSA) je na základě celé řady faktorů predikovat senzorickou kvalitu masa z odlišných partií jatečného těla skotu. MSA je tedy zaměřen především na finálního spotřebitele a byl vyvinut na základě rozsáhlých spotřebitelských senzorických testů hovězího masa různého původu a při různé úpravě (Polkinghorne *et al.*, 2008). Do systému mohou dobrovolně vstoupit producenti skotu, zpracovatelské podniky a obchodníci, kteří splní striktně stanovené požadavky. V Austrálii je v systému MSA hodnoceno přes 3,2 milionu JUT skotu (asi 35 %) (Thompson *et al.*, 2015).

Producenti skotu, zpracovatelské podniky i obchodníci registrovaní v systému MSA musí splňovat celou řadu podmínek. Pro dodavatele skotu např. platí, že zvířata musí být po dobu 30 dnů před porážkou chována na jednom místě, 14 dnů před porážkou se nesmí míchat zvířata z různých skupin, z dodávky je nutné vyřadit jedince s nevhodným temperamentem či trpící stresem, silniční doprava na jatky nesmí celkem přesáhnout dobu 36 hodin atd. Při hodnocení se bere do úvahy i genetický podíl tropických plemen skotu (*Bos indicus*), který negativně ovlivňuje senzorickou kvalitu masa. Po porážce jsou zaznamenávány údaje o hmotnosti JUT, pohlaví, použití povolených stimulantů růstu (mohou v některých případech působit negativně na senzorické vlastnosti), způsobu zavěšení jatečného těla (zavěšení za pánevní kost má pozitivní vliv na křehkost masa při nižší době zrání), stupeň osifikace chrupavek v oblasti páteře (stupeň fyziologické zralosti), mramorování masa, konečné pH (ne vyšší než 5,7), výška tukového krytí na roštěnci (minimálně 3 mm). Výsledkem je celkové skóre specifické pro každou jatečnou partii a příslušnou kuchyňskou úpravu při době zrání masa od 5 do 30 dnů. Výsekové maso je při prodeji opatřeno etiketou, na které je uvedena garantovaná kvalitativní úroveň daná čísly 3, 4 nebo 5 při použití příslušné kuchyňské úpravy (vaření, pečení, grilování atd.) a při dodržení příslušné doby zrání masa (MSA, 2018).

**Možnosti hodnocení JUT podle spotřebitelských preferencí v EU**

Evropský SEUROP systém klasifikace JUT je založen na odhadu výtěžnosti svaloviny a tuku a slouží především jako nástroj při zpeněžování skotu a obchodu s JUT. Avšak predikovaný podíl svaloviny v JUT nemusí konzistentně korelovat s finální senzorickou kvalitou masa a v současnosti používaný SEUROP systém tedy při stanovení tříd jakosti nezohledňuje senzorické ukazatele důležité z pohledu spotřebitele (Bonny *et al.*, 2016). Spolehlivé systémy garantující senzorickou kvalitu masa na úrovni spotřebitele, jako je tomu u australského MSA, v Evropě chybí. Výjimkou jsou pouze některé privátní značky kvality jako např. Label Rouge ve Francii nebo Celtic Pride ve Walesu (Hocquette *et al.*, 2014). MSA systém byl testován v řadě zemí světa, např. v Jižní korei, USA, Francii Japonsku, Jižní Africe, Novém Zélandu nebo v Irsku. Závěrem těchto testů bylo, že spotřebitelé z různých zemí světa i z odlišných kultur měli při použití tříd kvality MSA podobné preference. Pouze v některých zemích by bylo zapotřebí MSA mírně upravit, aby byly zohledněny některé specifické preference místních spotřebitelů. K zavedení podobného postupu je však zapotřebí velkého množství dalších dat, na základě kterých by byly stanoveny statisticky průkazné vztahy mezi jednotlivými faktory ovlivňujícími senzorické vlastnosti a finální kvalitou produktu (Hocquette *et al.*, 2014). V následujícím období se bude Evropa rozhodovat, jakým způsobem se vyrovnat s rostoucími požadavky spotřebitelů na konzistentní senzorickou kvalitu masa. Zda bude zachován stávající model založený zejména na kvantitě a výtěžnosti, zda bude zavedena evropská verze australského MSA, anebo bude vyvinut zcela nový systém, který bude zahrnovat využití nových prvků a technologií (Farmer and Farrell, 2018).

**Nové metody využitelné při hodnocení kvality JUT skotu**

Rychlý rozvoj technologií přináší nové možnosti, jak kvalitu JUT skotu hodnotit. Jednou z nich je využití metod počítačového vidění (computer vision). Do těchto metod patří výše zmíněné VIA metody komerčně využívané při klasifikaci JUT skotu v EU. Obvykle jsou analyzovány prostorové informace získané z digitálního obrazu jako barva, velikost nebo tvar. Co se týká kvality masa, metody computer vision byly úspěšně aplikovány např. pro hodnocení barvy a mramorování masa, méně úspěšné byly pokusy o odhad senzorických vlastností (Jackman *et al.*, 2008).

Další optickou technologií využitelnou při hodnocení kvality JUT a masa je spektroskopie, kterou je stanoven vztah mezi elektromagnetickým zářením a vzorkem. Spektroskopické systémy využívají záření o různých vlnových délkách, např. viditelné (VIS), blízké infračervené (NIR), infračervené (IR), ultrafialové záření (UV) atd. Lze je aplikovat pro bodová měření, neposkytují prostorové informace. Spektroskopické systémy lze obecně využít pro stanovení chemického složení látek (Peng and Dhakal, 2015).

Metody hyperspektrálního snímkování kombinují prvky computer vision a spektroskopie a umožňují tak stanovit externí charakteristiky vzorku prostřednictvím analýzy obrazu (tvar, velikost, barva) a zároveň jeho chemické složení prostřednictvím spektroskopie (Elmasry *et al.*, 2012). Výzkumně byly pomocí této metody hodnoceny barva, pH, chemické složení anebo křehkost masa (Farmer and Farrell, 2018).

Podíl svaloviny, tuku a kostí v JUT skotu i dalších hospodářských zvířat lze úspěšně stanovit pomocí CT skenovacích technik (Navajas *et al.*, 2010b). Podíl intramuskulárního tuku pak byl velmi přesně stanoven pomocí magnetické rezonance (Lee *et al.*, 2015). Pro obě metody však platí, že cena a velikost přístrojů limitují jejich využití v praktickém provoze. Mohou však hrát významnou roli ve výzkumu a pro kalibraci jiných metod (Farmer and Farrell, 2018).

Seznam literatury

AHDB 2008. AHDB Industry Consulting. Review of the EU carcase classification system for beef and sheep - A report for DEFRA. In EPES 0708/01, pp. 1-97.

Allen P 2007. New methods for grading beef and sheep carcasses. In Evaluation of carcass and meat quality in cattle and sheep (eds. C Lazzaroni, S Gigli and D Gabiña), pp. 39-47, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Allen P 2009. Automated grading of beef carcasses. In Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat, pp. 479-492. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.

Allen P, Finnerty, N. 2000. Objective beef carcass classification - A report of a trial of three VIA (video image analysis) classification systems. In The National Food Centre, Teagasc and Department of Agriculture, Food and Rural Development, Dublin.

Bartoň L 2000. Klasifikace jatečných těl skotu. In Masný skot (ed. V Teslík), pp. 176-180, Agrospoj, Praha.

Bartoň L and Bureš D 2009. Klasifikace jatečného skotu. In Masný skot od A do Z (ed. R Zahrádková), pp. 259-268, Český svaz chovatelů masného skotu, Praha.

Bartoň L, Bureš D, Homolka P, Pipek P, Pulkrábek J and Slonek Z 2018. Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). VÚŽV Uhříněves.

BCRC 2019. Beef Cattle Research Council. Carcass grading. Available at https://www.beefresearch.ca/research-topic.cfm/carcass-grading-41#keypoints. (accessed Oct 2019).

Bonny SPF, Pethick DW, Legrand I, Wierzbicki J, Allen P, Farmer LJ, Polkinghorne RJ, Hocquette JF and Gardner GE 2016. European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. Animal 10, 996-1006.

Craigie CR, Navajas EA, Purchas RW, Maltin CA, Bunger L, Hoskin SO, Ross DW, Morris ST and Roehe R 2012. A review of the development and use of video image analysis (VIA) for beef carcass evaluation as an alternative to the current EUROP system and other subjective systems. Meat Science 92, 307-318.

EC 1981. Commission Regulation (EEC) no 1208/81 of 28 April 1981 determining the community scale for the classification of carcases of adult bovine animals. . Official Journal of the European Communities 123/L., 191-193.

EC 1991. Council Regulation (EEC) no 1026/91 of 22 April 1991 amending regulation (EEC) no 1208/81 determining the Community scale for the classification of carcases of adult bovine animals. Official Journal of the European Communities 106/L, 2-3.

Elmasry G, Barbin DF, Sun DW and Allen P 2012. Meat Quality Evaluation by Hyperspectral Imaging Technique: an Overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 52, 689-711.

EU 2017. Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182 of 20 April 2017 supplementing Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards the reporting of market prices of certain categories of carcasses and live animals. Official Journal of the European Union L171/74.

Farmer LJ and Farrell DT 2018. Review: Beef-eating quality: a European journey. Animal 12, 2424-2433.

Fisher A 2007. Beef carcass classification in the EU: An historical perspective. In Evaluation of carcass and meat quality in beef and sheep (eds. C Lazzaroni, S Gigli and D Gabiña), pp. 19-30, Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Hocquette JF, Van Wezemael L, Chriki S, Legrand I, Verbeke W, Farmer L, Scollan ND, Polkinghorne R, Rodbotten R, Allen P and Pethick DW 2014. Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. Meat Science 97, 316-322.

Jackman P, Sun DW, Du CJ, Allen P and Downey G 2008. Prediction of Beef Eating Quality From Colour, Marbling and Wavelet Texture Features. Meat Science 80, 1273-1281.

Kempster AJ, Cuthbertson A and Harrington G 1982. Carcase evaluation in livestock breeding, production and marketing. Granada Publishing Ltd.

Lee S, Lohumi S, Lim H-S, Gotoh T, Cho B-K and Jung S 2015. Determination of Intramuscular Fat Content in Beef using Magnetic Resonance Imaging. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University 60, 157-162.

MSA 2018. Meat Standards Australia beef information kit. Available at https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/marketing-beef-and-lamb/documents/meat-standards-australia/msa-beef-tt\_full-info-kit-lr.pdf (assessed Oct 2019). Meat & Livestock Australia Ltd.

Navajas EA, Glasbey CA, Fisher AV, Ross DW, Hyslop JJ, Richardson RI, Simm G and Roehe R 2010a. Assessing Beef Carcass Tissue Weights Using Computed Tomography Spirals of Primal Cuts. Meat Science 84, 30-38.

Navajas EA, Richardson RI, Fisher AV, Hyslop JJ, Ross DW, Prieto N, Simm G and Roehe R 2010b. Predicting Beef Carcass Composition Using Tissue Weights of a Primal Cut Assessed by Computed Tomography. Animal 4, 1810-1817.

Peng Y and Dhakal S 2015. Optical methods and techniques for meat quality inspection. Transactions of the Asabe 58, 1371-1386.

Polkinghorne R, Thompson JM, Watson R, Gee A and Porter M 2008. Evolution of the Meat Standards Australia (Msa) Beef Grading System. Australian Journal of Experimental Agriculture 48, 1351-1359.

Tatum D 2007. Beef grading. Available at https://www.beefresearch.org/cmdocs/beefresearch/beef%20grading.pdf. (Accessed Oct, 2019).

Thompson J, Pethick D and Polkinghorne R 2015. Meat Standards Australia cuts based grading - an overview of use in Australia*.* In International meeting on beef and lamb carcass grading to underpin consumer satisfaction, Paris, p. 2.

USDA 2017. United States Department of Agriculture: Standards for Grades of Carcass beef. Agricultural Marketing Service, USDA. Washington, D.C.

**Zpracoval**: Ing. Luděk Bartoň, Ph.D., Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., barton.ludek@vuzv.cz