

INOVAČNÍ POSTUPY PŘI PRODUKCI A ZPRACOVÁNÍ HOVĚZÍHO MASA

Daniel Bureš, Luděk Bartoň
Nicole Lebedová

2020



INOVAČNÍ POSTUPY PŘI PRODUKCI A ZPRACOVÁNÍ HOVĚZÍHO MASA

Daniel Bureš, Luděk Bartoň
Nicole Lebedová

OBSAH

Abstrakt	4
Abstract	4
Úvod	9
Produkce a spotřeba masa	11
Plemenná příslušnost	13
Křížení pro produkci masa	22
Vliv pohlaví zvířat na ukazatele růstu, složení jatečného těla a kvalitu masa	26
Výživa vykrmovaného skotu a vliv na kvalitu masa	30
Předporážkový stres a zacházení se zvířaty při transportu	31
Současné trendy v hodnocení jatečně upravených těl skotu a možnosti predikce ukazatelů kvality masa	33
Domácí porážky skotu	37
Pánevní zavěšení jatečných těl skotu	39
Elektrostimulace jatečných těl skotu	43
Bourání – vykostění za tepla	45
Postmortální změny v mase	45
Intramuskulární obsah v hovězím mase a jeho význam pro konzumentskou přijatelnost	50
Použitá literatura	53

ABSTRAKT

Cílem této publikace bylo shrnutí významných faktorů ovlivňujících efektivitu produkce hovězího masa a jeho kvalitu včetně analýzy konzumentských postojů současných spotřebitelů. Zaměřili jsme se zejména na vybrané inovativní technologie, které mohou zlepšovat nutriční hodnotu a senzoryckou kvalitu masa. Tento přehled byl založen na aktuálních informacích dostupných ve vědecké literatuře, ale zároveň vychází i z výsledků vlastních experimentů. Celková struktura populace skotu v České republice se v uplynulých třiceti letech výrazným způsobem proměnila. Zatímco došlo ke značnému poklesu celkových stavů skotu, populace krav chovaných v systému bez tržní produkce mléka z téměř nulové hodnoty narostla na více než 200 tisíc kusů. V odlišných produkčních systémech je zde chována široká škála dojených i masných plemen, což má za následek produkci jatečných zvířat se značně rozdílným složením jatečného těla či parametry kvality masa. Složení jatečného těla stejně jako kvalita masa mohou být již na farmě ovlivněny celou řadou faktorů, jako je například plemeno, metody křížení, výživa, pohlaví nebo porážková hmotnost. Na znaky kvality masa působí i za branou farmy další faktory, jako je například transport zvířat a s ním související předporážkový stres, který může vést k nežádoucímu výskytu DFD masa. Po porážce hraje významnou úlohu způsob zavěšení jatečných těl, rychlost zchlazování, případná elektrostimulace, způsob zpracování jatečných těl a zrání masa. Zmíněny jsou rovněž aktuální trendy v klasifikaci jatečně upravených těl skotu, stejně jako jsou uvedeny podmínky pro legální zpracování jatečných těl při domácích porážkách.

Klíčová slova:

hovězí maso; skot; plemeno; křížení; zpracování; postmortální změny; konzumentské preference

ABSTRACT

The aim of this publication was to review some of the important factors influencing beef production efficiency, eating quality and consumer acceptability of beef. We have focused on several innovative technologies improving appearance, nutritional properties and sensory quality of meat. The review was based on the available scientific literature combined with the results of our own experiments. The overall structure of the cattle population in the Czech Republic has changed considerably over the last 30 years. Whereas the total number of cattle was markedly reduced, the population of suckler cows increased from almost zero to currently over 200 thousand. Various dairy and beef breeds are used in different production systems, which results in highly variable carcass and meat quality of slaughtered animals. Carcass and meat quality can be affected on farm by a number of factors, e.g. by breed and crossbred combination, nutrition, gender and slaughter weight. There are also numerous elements influencing meat quality traits beyond the farm gate, like pre-slaughter handling associated with the incidence of DFD meat, methods of carcass suspension, chilling rate, electrical stimulation of carcasses, hot boning and ageing of meat. Current trends of beef carcass classification and grading are also reviewed as well as the possibility and legal requirements for home slaughtering of cattle.

Key words:

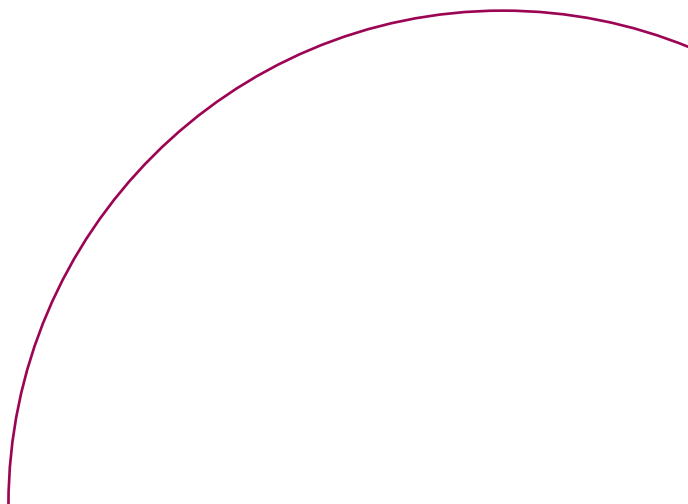
beef; cattle; breeds; crossbreeding; processing; postmortem changes; consumer preference



Plemenný býk parthenaise



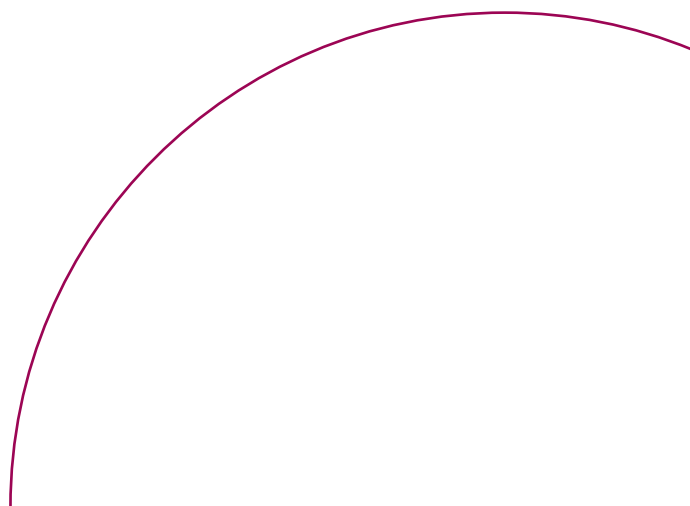
Jalovice belgického modrobílého skotu



1. ÚVOD

Chov skotu v České republice v uplynulých třiceti letech prodělal překotné změny jak z hlediska objemu produkce, tak i z pohledu struktury chovaných zvířat a zastoupení různých užitkových typů. Stavy zvířat celkem poklesly přibližně na čtyřicet procent, ale zároveň došlo k razantnímu rozšíření chovu skotu bez tržní produkce mléka. Struktura populace chovaného skotu je nyní přibližně jednou třetinou tvořena mléčným užitkovým typem (především holštýnské plemeno), další třetinu zaujímá český strakatý skot jako zástupce kombinovaného užitkového typu. Zbývající díl je tvořen masným užitkovým typem chovaným v systému krav bez tržní produkce mléka. I v rámci této skupiny existuje velmi rozmanitá struktura stád, ať již z hlediska chovaných plemen či kříženců, tak i z pohledu odlišných produkčních systémů či způsobů výkrmu jatečných zvířat. V současné době je v ČR plemenná kniha vedena pro 25 masných plemen, která reprezentují širokou škálu zvířat vyšlechtěných pro velmi variabilní podmínky produkce a způsoby výkrmu a která se také vyznačují odlišnými charakteristikami kvality masa. Různé užitkové typy se výrazně liší z hlediska složení jatečných těl či nutričních a organoleptických vlastností masa. Finální nutriční, technologickou či kulinární hodnotu masa ale velmi podstatným způsobem ovlivňuje rovněž zacházení s masem po porážce. Maso od různých užitkových typů a kategorií skotu, či od zvířat z rozdílných produkčních systémů vyžaduje odlišný způsob zacházení, kterým je dosaženo optimálních parametrů kvality produkce. V současné době je počet zvířat zejména z chovů krav bez tržní produkce mléka určených k dalšímu výkrmu či porážce v zahraničí větší, než počet zvířat vykrmených a poražených v ČR. Vysoký podíl u nás vyprodukovaného kvalitního masa od specializovaných masných plemen skotu tak není využit k domácí spotřebě, která je pak nutně z velké části uspokojována produkcí masa z dojených stád, případně dovozy ze zahraničí. Existuje zde proto značný potenciál pro zavádění a využívání inovativních postupů, které by přispěly ke zvýšení efektivity produkce hovězího masa, zlepšení jeho nutričních a organoleptických vlastností, stabilizaci celého odvětví a zvýšení jeho konkurenceschopnosti na trhu. Cílem této publikace je shrnout aktuální poznatky z hlediska rozdílů v systému chovu, intenzity výkrmu i dalších předporáž-

kových faktorů, stejně jako postupy nakládání s masem po porážce, které mohou přispět k dosažení optimálního stupně kvality masa, který bude široce akceptovaný současnými tuzemskými konzumenty.



PRODUKCE A SPOTŘEBA MASA

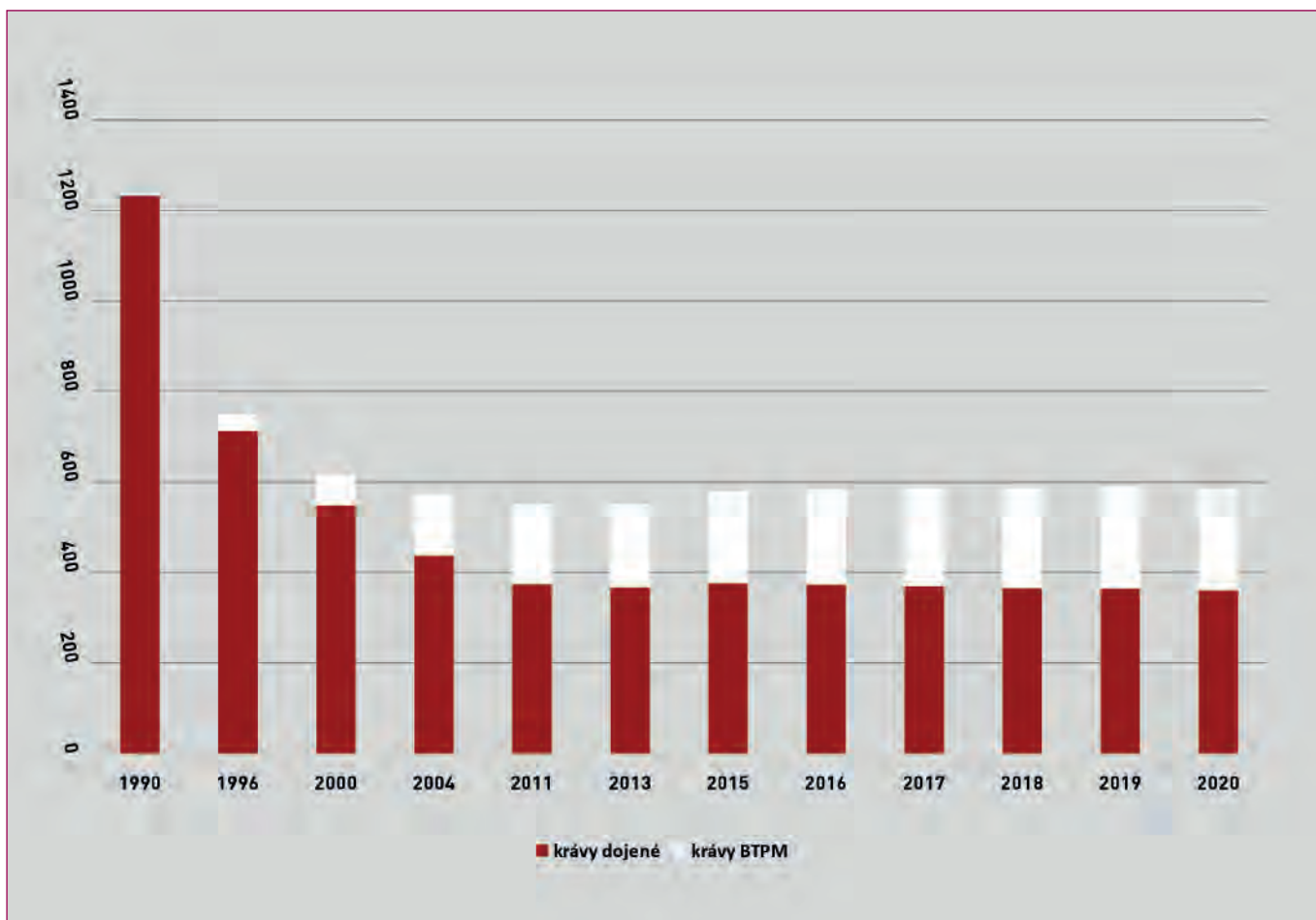
Stavy skotu a produkce masa v ČR

Chov skotu má v České republice mnohaletou tradici. Kromě produkce mléka a masa byla v minulosti využívána i jeho tažná síla. Ve srovnání s dalšími druhy hospodářských zvířat sloužících k produkci masa je chov skotu více spojen se zemědělskou půdou a výrazně se podílí na formování venkovské krajiny. K intenzivnějšímu rozvoji chovu skotu na území našeho státu došlo počátkem minulého století. Toto období bylo charakteristické nedostačnou produktivitou vyplývající z nízké úrovně odchovu, výživy, cílevědomé selekce a chovatelské péče. Měníci se podmínky úrovně vědeckého poznání, ekonomické tlaky a modernizace zemědělství vedly k postupnému zvyšování užitkovosti. Významnými kroky v tomto procesu byly například používání umělé inseminace, zavedení kontroly užitkovosti a dědičnosti, založení plemenných knih, výběr plemenů a podobně. Sloučením krajových rázů skotu došlo ke vzniku domácího českého strakatého skotu, který byl dále zušlechťován a stal se dominantně zastoupeným plemenem. V průběhu socialistického zřízení státu byl v chovu skotu kladen důraz především na produkci mléka, což se projevilo dovozem a dalším šlechtěním černostrakatého nížinného skotu nebo zušlechťováním českého strakatého skotu mléčnými plemeny.

Přechodem na tržní hospodářství před třiceti lety došlo v chovu skotu, podobně jako v ostatních odvětvích zemědělství, k významným změnám. Značně se rozšířil chov krav bez tržní produkce mléka (masný skot, BTPM), které byly do té doby chované jen v několika málo stádech, naopak výrazným způsobem klesly stavy dojeného skotu. Chovatelé dojeného skotu se více zaměřili na specializovaná mléčná plemena, především na holštýnský skot. Jak je znázorněno v grafu 1, celkové stavy krav se mezi roky 1990 a 2020 snížily na 40 % původní velikosti populace. Nejvýraznější pokles nastal v 90. letech minulého století, naopak v poslední dekádě již dochází k určité stabilizaci počtu chovaných zvířat. Zároveň ale nastal výrazný nárůst stavů krav BTPM, jejichž počet dnes činí 39 % z celkových početních stavů. Pro vznik a rozšíření této kategorie měly rozhodující význam importy živého skotu různých plemen do ČR zejména v 90. letech minulého století. V populaci masného skotu se dnes uplatňuje široká škála plemen,

kteří se značnou mírou liší ve vhodnosti pro chov a výkrm v různých produkčních systémech. Nejrozšířenějšími masnými plemeny kontinentálního původu, jejichž býci jsou určeni k velmi intenzivnímu způsobu výkrmu, jsou plemena charolais, masný simentál a limousine. Naopak skupinu plemen původem z britských ostrovů, vhodnou spíše k efektivnímu využívání pastevních porostů, zastupují plemena aberdeen angus a hereford.

Kromě tradičního výkrmu jatečných býků, se chovatelé zaměřují i na další tržní kategorie, které slouží k zahraničnímu exportu. Velká část odstavených telat ze stád masného skotu je exportována do zahraničí k dalšímu výkrmu, v raném věku je vyvážena i část býčků ze stád holštýnského skotu od chovatelů, kteří se nezabývají výkrmem býků. Zbývající podíl tuzemského exportu představuje jatečný skot, který je nejčastěji dodáván do zpracovatelských zařízení v sousedních zemích. Jak vyplývá z tabulky 2, počet každoročně vyvezených zvířat dosahuje přibližně čtvrt miliónu kusů, zatímco dovoz je v řádu jednotek tisíc a je tvořen zejména plemennými zvířaty. Export živých zvířat byl ve sledovaném období každoročně vyšší než celkové množství poražených zvířat v tuzemských jatečných provozech (tabulky 1 a 2). Pokud se podíváme na bilanci zahraničního obchodu s hovězím masem (tabulka 3), je zřejmé, že zde je trend opačný. I přesto, že se vývoz hovězího masa každoročně mírně zvyšuje, je v uplynulých pěti letech dovoz přibližně čtyřnásobně vyšší. Je tedy zřejmé, že zdaleka není naplněn potenciál pro tuzemský výkrm skotu a výrobu hovězího masa. Alespoň částečné vyrovnání obchodní bilance u komodit živý skot a hovězí maso by se příznivě projevilo ve vytváření výrazně vyšší přidané hodnoty v tuzemském sektoru produkce a zpracování masa.



Graf 1: Vývoj početních stavů krav v ČR (v tis. kusů)

Tabulka 1: Vývoj počtu poražených kusů skotu v ČR

Rok	2006	2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Skot celkem	265781	255 475	222 987	231 196	241 789	227 430	236 569	238 828
z toho:								
býci	121 213	108 951	98 583	99 357	99 117	91 684	94 868	99 915
voli	321	396	280	504	576	461	632	587
jalovice	24 019	24 557	19 908	22 177	23 187	23 731	24 706	25 950
krávy	120 228	110 958	94 382	99 071	109 059	102 437	107 479	104 492
mladý skot	1 809	2 156	1 980	2 098	1 949	2 051	2 327	2 075
telata	5 956	8 457	7 854	7 989	7 901	7 066	6 557	5 809

Pramen MZe (2020)

Tabulka 2: Import a export živého skotu

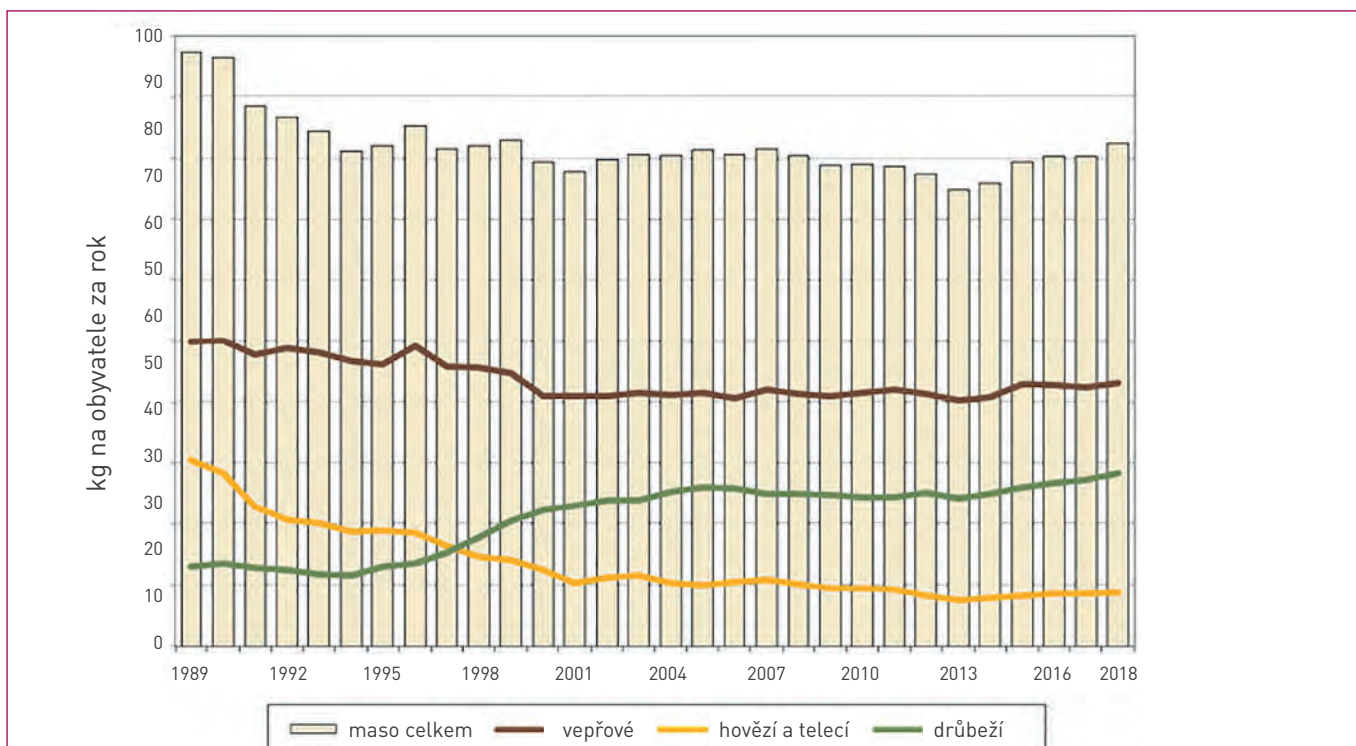
	2015	2016	2017	2018	2019
Dovoz v kusech	12 211	15 474	6 772	5 311	6 418
Dovoz v tunách	3 916	4 735	3 172	2 601	3 433
Vývoz v kusech	258 196	256 591	244 641	253 812	259 739
Vývoz v tunách	89 954	89 789	86 985	87 682	89 470

Pramen: Statistika zahraničního obchodu ČSÚ (2020)

Tabulka 3: Import a export hovězího masa

	2015	2016	2017	2018	2019
Dovoz v tunách	23 612	34 027	39 878	40 710	43 927
Kč / kg	117,8	113,9	110,9	116,3	110,4
Vývoz v tunách	8 366	11 117	10 215	11 942	13 369
Kč / kg	108,5	114,3	115,6	113,4	108,5

Pramen: Statistika zahraničního obchodu ČSÚ (2020)



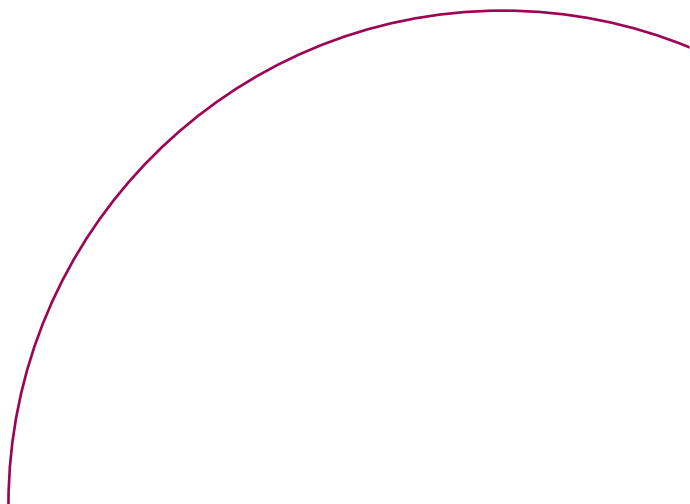
Graf 2: Vývoj spotřeby masa na jednoho obyvatele v ČR

Hovězí maso: spotřeba a postoje tuzemských konzumentů

Hovězí maso náleží mezi tradiční druhy masa, které jsou historicky nedílnou součástí jídelníčku obyvatel území našeho státu. Ve srovnání s ostatními druhy hospodářských zvířat se hovězí maso vyznačuje vysokou nutriční hodnotou zejména pro svůj obsah plnohodnotných bílkovin, minerálních látek a vitamínů. Díky specifickým organoleptickým vlastnostem je kulinárně vysoce hodnoceno a velmi často využíváno v renomovaných restauracích. Úroveň konzumace jednotlivých druhů mas je ovlivněna rozsáhlým komplexem faktorů, mezi kterými lze uvést například tradice a zvyklosti konzumentů, jejich kupní sílu, dostupnost či snadnost úpravy daného druhu masa. Stále významnější roli pro spotřebitele hrají informace o vlivu konzumace masa na lidské zdraví nebo vlivu jeho produkce na životní prostředí.

V období před druhou světovou válkou, tedy v době, ze které pocházejí první statistiky o spotřebě potravin, bylo hovězí dokonce nejvíce konzumovaným masem (15 kg na osobu a rok). Jeho spotřeba u nás dosáhla vrcholu na sklonku osmdesátých let, kdy téměř atakovala hodnotu 30 kg na jednoho obyvatele a rok. V následujících letech však prudce poklesla a v současném období se pohybuje kolem 8,5 kg na jednoho obyvatele a rok a v pořadí konzumace zaujímá po vepřovém a kuřecím masu třetí příčku (graf 2). Příčiny poklesu spotřeby hovězího lze spatřovat v kombinaci celé řady faktorů, z nichž za nejvýznamnější lze označit zejména vyšší cenu ve srovnání s ostatními druhy masa, stále ne zcela vyrovnanou kulinární kvalitu na trhu nabízeného produktu a také poměrně výrazné změny stravovacích návyků zejména u mladších generací. Při rozhodování o skladbě jídelníčku u mladších konzumentů hrají stále výraznější roli informace o půvo-

du, bezpečnosti, nutriční hodnotě nebo vlivu potravin na lidské zdraví a nově do preferencí spotřebitelů vstupují i úvahy o důsledcích konzumace masa na životní prostředí nebo způsob chovu a zacházení se zvířaty před porážkou. Z průzkumů realizovaných s cílem kvantifikovat postoje a preference tuzemských konzumentů před třiceti lety a v současnosti vyplývá, že především u nejmladších generací dochází ke značným změnám stravovacích návyků a četnosti konzumace různých druhů masa. Je zřejmé, že hovězí maso se stále více posouvá do pozice „svátečního pokrmu“, spíše než denně, je konzumováno pouze při speciálních příležitostech a častěji v restauracích než doma. Hovězí maso dnes více preferují starší konzumenti, častěji mužského pohlaví z venkovského prostředí. Naopak mladší konzumenti, ženy, a obyvatelé měst spíše dávají přednost kuřecímu či krůtímu masu a výrazně méně konzumují hovězí, vepřové nebo zvěřinu. Důležitým faktorem při výběru je i snadnost úpravy. Kuchyňská úprava hovězího masa je obecně považována za obtížnější v porovnání např. s kuřecím. Nedostatek praktických znalostí nebo i předchozí negativní zkušenost může řadu potenciálních spotřebitelů od nákupu odradit. Z tohoto důvodu je žádoucí zaměřit se na osvětu týkající se vhodnosti hovězího masa v lidském jídelníčku, způsobů jeho kuchyňské úpravy a tyto informace cílit zejména na mladé ženy. To proto, že u nich je četnost konzumace hovězího masa nejnižší a zároveň se již brzy budou významně podílet na vytváření stravovacích návyků u budoucí generace. Hovězí maso v tuzemských podmínkách zřejmě již nikdy nebude svým zastoupením konkurovat levnějšímu masu drůbežímú či vepřovému, přesto může získat lepší pozici jako produkt, od kterého lze očekávat excelentní kulinární zážitky. Ve srovnání se západoevropskými zeměmi je roční spotřeba hovězího masa na jednoho obyvatele v ČR o přibližně 60 % nižší.



PLEMENNÁ PŘÍSLUŠNOST

Od počátků domestikace do dnešních dnů prodělal skot domácí značný vývoj projevující se řadou morfologických a fyziologických změn. Cílevědomým výběrem jedinců, kteří lépe odpovídali požadavkům chovatelů, došlo k výraznému vývoji řady plemen skotu, která se kromě mléčné užitkovosti značně liší i z hlediska produkce masa.

Plemena skotu můžeme dělit podle užitkového typu, tělesného rámce nebo podle věku při dosažení dospělosti. Vznik plemen ovlivnily různé přírodní, ekonomické a sociální podmínky v místě původu. Zatímco na území našeho státu byl upřednostňován kombinovaný užitkový typ, v jiných evropských zemích docházelo při šlechtění v průběhu času ke specializaci na jednostrannou užitkovost mléčnou či masnou. Přestože jsou pro každé plemeno charakteristické specifické vlastnosti, lze na základě podmínek vzniku pozorovat společné charakteristiky pro celé skupiny plemen.

Základy šlechtění podstatné části dnes celosvětově chovaných plemen byly položeny na území Velké Británie, odkud se postupně šířily do celého světa. Značného rozšíření našly zejména v zámoří a jsou typická spíše menším či středním tělesným rámcem a rannějším dospíváním. V zemích kontinentální Evropy, jako je například Francie, Itálie, Belgie či Španělsko, byla některá plemena původně s kombinovanou užitkovostí vlivem změn ekonomických podmínek nově šlechtěna na jednostrannou masnou užitkovost, čímž byla vytvořena řada moderních masných plemen charakteristických vysokou a v některých případech až extrémní masnou užitkovostí. Kontinentální plemena obvykle dospívají později, vyznačují se často větším tělesným rámcem i hmotností v dospělosti. Z hlediska složení jatečného těla jsou ve srovnání s předchozí skupinou charakteristická vysokým podílem masa z ceněných partií, a naopak nízkým podílem vnitřního či oddělitelného tuku. Rovněž svalovina obsahuje nižší množství intramuskulárního tuku.

Historicky byl na území ČR chován skot s kombinovanou užitkovostí, z kterého byl cílevědomou selekcí vyšlechtěn domácí český strakatý skot. Vyšší důraz na zajištění dostatečné produkce mléka vedl v období socialistického

zřízení naší země k zakládání stád černostrakatého nížinného skotu. Tento užitkový typ se dalším šlechtěním transformoval do holštýnského plemene, jak jej můžeme znát v dnešní podobě, tedy skotu s jednoznačně nejvyšší mléčnou produkcí.

Masný skot byl v ČR před rokem 1990 zastoupen jen malým počtem jedinců z experimentálního křížení masných a dojených plemen. Určitý bod zlomu tak představuje dovoz plemene hereford v sedmdesátých letech minulého století, kterým fakticky započal chov bez tržní produkce mléka na našem území. Stáda herefordského skotu chovaná v tehdejších Vojenských lesích a statcích byla využívána ke spásání horských pastvin, pro které bylo obtížné nalézt jiné využití. Výrazného rozšíření se pak masný skot dočkal až se změnou společenského zřízení po roce 1989, když bylo v následujícím desetiletí dovezeno celkem 12 masných plemen. Ta se díky setrvalému zvyšování početních stavů nejvýznamnějším podílem zasloužila o nárůst podílu masného skotu v celkové populaci. Přestože dovoz dalších v ČR dosud nechovaných plemen stále pokračuje, pro strukturu masných stád bylo rozhodující právě období posledních deseti let minulého milénia.

STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ROZŠÍŘENÝCH NEBO PERSPEKTIVNÍCH PLEMEN CHOVANÝCH V ČR

Český strakatý skot

Plemeno české strakaté je v ČR nejrozšířenějším plemenem kombinované masomléčné užitkovosti. Jedná se o naše domácí plemeno, které náleží do skupiny simentálského skotu. V dospělosti dosahují býci hmotnosti 1 000 až 1 200 kg, krávy 600 až 700 kg. V uplynulém období došlo při šlechtění tohoto plemene k propojení s populací strakatého skotu (fleckvieh) v Německu a Rakousku, což se pozitivně odráží v parametrech masné užitkovosti. Intenzivně vykrmovaní býci dosahují při porážkové hmotnosti 550–700 kg jatečné výtěžnosti 54–59 % a přírůstků ve výkrmu 1 100 až 1 400 gramů. Z hlediska složení jatečného těla je ve srovnání s dalšími dojenými plemeny toto plemeno charakteristické poměrně nízkým stupněm ukládání jatečných lojů, oddělitelného tuku i intramuskulárního tuku.

Holštýnské plemeno

Holštýnský skot je světově i u nás nejrozšířenější specializované mléčné plemeno. Užitkovost plemenic dosahuje běžně až 10 000 kg mléka za rok, hmotnost dospělých krav dosahuje 700 kg. Tento typ skotu je šlechtěn na maximální mléčnou produkci, požaduje se utváření těla bez výraznějšího vývoje osvalení, z čehož vyplývá poměrně špatná masná užitkovost a také relativně nízká kvalita masa. V zemích západní Evropy se býci obvykle poráží již jako telata. V našich podmínkách se býci často vykrmují a při porážkové hmotnosti 500–600 kg mohou dosahovat jatečné výtěžnosti 52–54 %, dospělé krávy pak pouze 40–45 %. Jatečně upravené tělo holštýnských býků v porovnání s českými strakatými býky obdobné hmotnosti má přibližně o 2 % nižší podíl masa, a naopak o stejné množství vyšší podíl kostí a šlach.



Obrázek 1: Býci plemene české strakaté ve výkrmu

Aberdeen angus

Toto plemeno menšího až středního rámce původem z britských ostrovů je v současné době vůbec nejrozšířenějším masným plemenem na světě. Vysoké počty jsou chovány především v zemích Severní i Jižní Ameriky nebo v Austrálii. V ČR je v dnešní době jednoznačně nejrozšířenějším zástupcem ostrovních plemen. Zvířata jsou bezrohá, pláštově černá, v menší míře se vyskytují také v tmavě červené formě. Jedná se o rané plemeno. Dospělé krávy dosahují hmotnosti 600–700 kg, plemenní býci 1000 až 1100 kg. Býci ve výkrmu dosahují průměrných denních přírůstků 1 200–1 500 gramů. Předností tohoto plemene je výborné využití objemných krmiv. Vzhledem k ranosti plemene je v našich podmínkách vhodné ukončit výkrm do hmotnosti 650 kg, neboť ve vyšších porážkových hmotnostech dochází k výraznému ukládání tuku. Na druhé straně



Obrázek 2: Roštěnec býka plemene aberdeen angus se znatelným mramorováním

se tato skutečnost kladně projevuje ve vynikající kvalitě masa, které je typické svým mramorováním (ukládáním vnitrosvalového tuku), což příznivě ovlivňuje šťavnatost, chuť a křehkost. Obsah intramuskulárního tuku v nízkém roštěnci býků dosahuje hodnot 3–7 %, u jalovic či volků může být ještě vyšší. Z pohledu kulinární kvality masa je považováno za jedno z nejlepších plemen. Oproti jiným masným plemenům je aberdeen angus charakteristický vyšším podílem masa z přední čtvrti. Jatečná výtěžnost při porážkové hmotnosti 600–650 kg dosahuje hodnot 56–59 %, další předností plemene je i poměrně jemná kostra.

Blonde d'Aquitaine

Plemeno blonde d'Aquitaine (plavé akvitánské) je pozdnější plemeno velkého rámce a plavého zbarvení pocházející z jihozápadní Francie. Jedná se o relativně mladé a zároveň moderní plemeno, které vyniká vysokou intenzitou růstu. Krávy v dospělosti dosahují 750–950 kg, býci 1 100 až 1 300 kg. Zvířata jsou tedy vhodná k intenzivnímu výkrmu do vysokých porážkových hmotností (700–850 kg) při malém ukládání tuku. Porážená zvířata dosahují vysoké jatečné výtěžnosti na úrovni 62 až 65 % a velmi dobrého osvalení jatečného těla. Charakteristická je tenká kůže a nízké zastoupení kostí v jatečném těle. Naopak podíl masa zejména z cenných partií je vysoký.

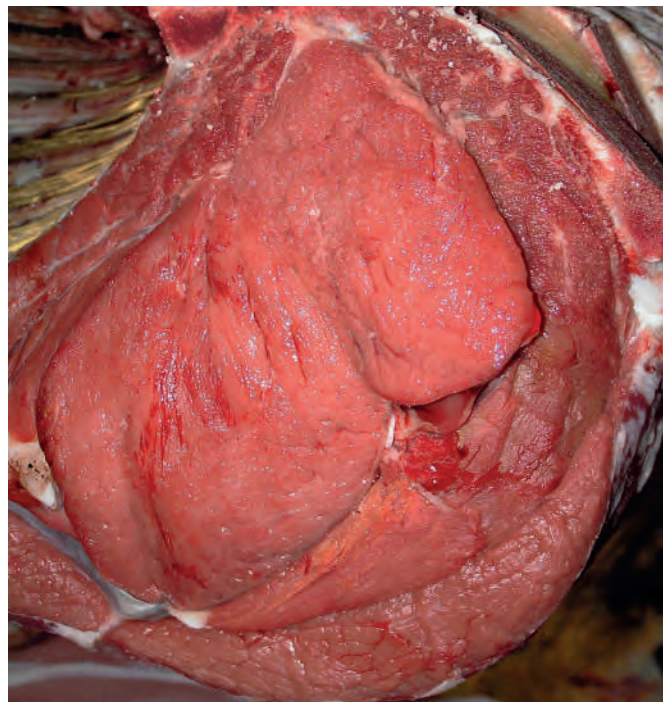
Belgické modrobílé

Plemeno belgické modrobílé pochází z Belgie, kde je od padesátých let minulého století intenzivně šlechtěno na jednostrannou masnou produkci. Toto plemeno se vyznačuje extrémním osvalením kýty, beder a plece (nosičem genetické dispozice pro hypertrofii svalstva – díky v populaci velmi rozšířené mutaci genu myostatinu). Krávy dosahují v dospělosti hmotnosti 750–800 kg, býci 1 100–1 250 kg. Zvířata vykazují vynikající výkrmnost na bázi krmiv bohatých na energii a mohou být vykrmována až do vysoké hmotnosti (800 kg) bez nebezpečí ukládání nadměrného množství tuku. Jatečná výtěžnost dosahuje 65–70 %, denní přírůstek ve výkrmu 1 300–1 700 gramů. Nízký podíl zaujímá trávicí trakt. Jatečná těla vykrmených zvířat jsou často zařazována do nejvyšší třídy zmasilosti v systému SEUROP. Výrazné osvalení a jemnější kostra se odráží v příznivém podílu cenných partií masa a nízkého



Obrázek 3: Jatečné tělo zvířat plemene belgické modrobílé vyniká extrémním osvalením

podílu kostí. Maso obsahuje malý podíl vaziva a je velmi křehké i při krátké době zrání. Obsah intramuskulárního tuku v nízkém roštěnci je obvykle nižší než 1 %. Vzhledem ke skutečnosti, že v důsledku nadměrného osvalení krav probíhají porody císařským řezem, je perspektiva tohoto plemene v našich podmínkách především v užitkovém křížení s dojenými nebo i s ostatními masnými plemeny. Protože by se při křížení u narozených jaloviček výrazným



Obrázek 4: Řez roštěncem býka belgického modrobílého skotu

způsobem snižovaly jejich mateřské vlastnosti, je plemeno vhodné do terminální otcovské pozice, kdy je veškeré narozené potomstvo určeno k výkrmu. Zde se naopak projeví všechny přednosti plemene ve složení jatečných těl i kvality masa.

Gasconne

Gasconne je rustikální plemeno světle šedé barvy pocházející z francouzských Pyrenejí. Krávy dosahují 650–850 kg, býci 1000 kg. Toto plemeno se vyznačuje odolností v nepříznivých podmínkách, ale také dobrou výkrmností býků při velmi dobrém využití objemných krmiv. Při porážkové hmotnosti 600–700 kg a přírůstcích ve výkrmu 1 200 až 1 400 gramů za den dosahují vykrmovaní býci výtěžnost 60–63 %. Jatečné tělo je charakteristické nízkým ukládáním tuku, maso je dobré kvality s nízkým obsahem intramuskulárního tuku.



Obrázek 5: Řez roštěncem býka plemene gasconne



Obrázek 6: Stádo charolaiského skotu

Galloway

Plemeno galloway je extenzivní plemeno malého tělesného rámce. Jedná se o staré původní plemeno, které má domovinu v jihozápadním Skotsku a v minulosti nebylo vystaveno tlakům intenzivního šlechtění. Dospělí býci dorůstají do hmotnosti 750 kg, krávy 500 kg. Jedná se o bezrohé plemeno černého plášťového zbarvení (přípustné jsou ovšem i další barevné rázy – bílé, červené a hnědé), srst je dlouhá a hustá. V našich podmínkách je chováno v menších stádech v horských a podhorských oblastech. Jatečné tělo je charakteristické vyšším ukládáním tuku ve všech jeho formách. Maso z jatečných zvířat je mramorované, šťavnaté se specifickou chutí, obsah intramuskulárního tuku je srovnatelný s plemenem aberdeen angus.

Hereford

Hereford je plemeno původem z britských ostrovů, středního tělesného rámce, které je schopné i v extrémních klimatických podmínkách produkovat při nízkých nákladech kvalitní mramorované maso s dobrou šťavnatostí i chutí. Dospělé krávy dosahují hmotnosti 600–700 kg, býci 900–1 100 kg. Do naší republiky byl hereford dovezen jako vůbec první masné plemeno a dlouhou dobu zde byl také nejrozšířenějším. V současné době jeho stavy spíše stagnují díky nižšímu zájmu o odstavená telata určená k výkrmu nebo i méně příznivému zařazení do třídy jakosti SEURUP u vykrmených zvířat. Předností plemene je výborné využití živin krmiva. Optimální porážková hmotnost vykrmených býků je okolo 500 až 600 kg, kdy dosahují jatečné výtěžnosti 55–58 % a denních přírůstků ve výkrmu 1 100–1 500 g. Ve vyšších porážkových hmotnostech dochází k vyššímu ukládání loje.

Charolais

Charolais je velmi intenzivní masné plemeno velkého tělesného rámce a smetanového zbarvení vyšlechtěné ve střední Francii. V současné době je toto plemeno nejrozšířenějším v čistokrevné formě chovaným masným plemenem v ČR, Francii i v celé Evropě a je proto dobře známé velké části zpracovatelů i spotřebitelů. Hmotnost dospělých krav je 750–950 kg, býků 1 200–1 400 kg. Extrémní růstová schopnost zvířat předurčuje toto plemeno k intenzivním formám výkrmu do vysokých porážkových hmotností (650–850 kg), kdy dochází pouze k nízkému ukládání tuku. Denní přírůstky býků v intenzivním výkrmu dosahují hodnot 1 500–2 000 gramů, jatečná výtěžnost pak činí 59–64 %. Oproti jiným plemenům má charolais poněkud hrubší kostru. Vysoký je podíl kýty, plece či roštěnce z hmotnosti jatečné půlky. Plemenní býci jsou často využíváni pro křížení ve stádech dojeného skotu nebo i pro křížení s dalšími masnými plemenými.

Highland (skotský náhorní skot)

Skotský náhorní skot je dalším rustikálním plemenem malého tělesného rámce pocházejícím ze severozápadního Skotska. Toto plemeno nebylo doposud vystaveno moderním selekčním postupům a je schopno odolávat tvrdým klimatickým podmínkám. Zvířata je možné chovat celoročně i v horských podmínkách pouze na pastvině. Plemeno je velmi často chováno v systému ekologického zemědělství. Převládající zbarvení je hnědočervené, žluté a černé, srst je velmi dlouhá a hustá. Růstová schopnost zvířat je nízká stejně jako jatečná výtěžnost díky poměrně vysokému podílu kůže s dlouhou srstí. Maso poražených zvířat má ovšem velmi dobrou kvalitu s charakteristickým ukládáním vnitrosvalového tuku a vzhledem k uplatňovanému systému chovu může být přirovnáváno ke zvěřině.



Obrázek 7: Jatečné tělo býka plemene limousine



Obrázek 8: Býk plemene masný simentál

Limousine

Jedná se o francouzské plemeno středního tělesného rámce a červeného až plavého zbarvení. Krávy v dospělosti dosahují hmotnosti 650–750 kg, býci 1000 kg. Porážková hmotnost vykrmovaných býků má optimální rozmezí 600–750 kg, kdy býci dosahují jatečné výtěžnosti 62 % a více. Denní přírůstky býků ve výkrmu dosahují hodnot 1 300–1 500 gramů, denní přírůstky čisté svaloviny dosahují 620 gramů. Mezi přednosti plemene patří jatečně upravené tělo s nízkým obsahem tuku a kostí, naopak s vysokým podílem masa z nejcennějších partií. Díky dobře utvářené kýtě jsou poražení býci zařizováni do vysokých tříd zmasilosti. Vynikající je kvalita masa, které se vyznačuje křehkostí a jemností svalových vláken. Býci plemene limousine jsou rovněž velmi oblíbení v užitkovém křížení.

Masný simentál

Masný simentál je plemeno odvozené od švýcarského simentálského skotu, které bylo v uplynulém půl století v zemích západní Evropy a Severní Americe jednostranně intenzivně šlechtěno na masnou užitkovost. Hmotnost dospělých krav je 700–900 kg, býků 1 100–1 400 kg. Vykrmovaná zvířata vynikají velmi vysokou intenzitou růstu (1400–1800 g/den) a dobrým osvalením. Při porážkové hmotnosti 600–750 kg dosahují jatečné výtěžnosti



Obrázek 9: Maso plemene wagyu vyniká extrémním mramorováním

57–61 %. Zvířata mají hrubší kostru. Organoleptické vlastnosti masa jsou ve srovnání s dalšími masnými plemeny spíše průměrné.

Piemontese

Piemontský skot pochází se severozápadní Itálie a jedná se o plemeno středního tělesného rámce podobného zbarvení jako plemeno gasconne, se kterým je fylogeneticky příbuzné. Toto plemeno bylo ovšem šlechtěno na vysokou růstovou intenzitu a velmi výrazné osvalení. Ve vyšší míře se u tohoto plemene vyskytují jedinci se svalovou hypertrofií. Hmotnost dospělých krav je 600 až 750 kg, býků 900–1 000 kg. Vykrmovaná zvířata jsou velmi dobře osvalená a jsou zařazována do nejvyšších tříd zmasilosti systému SEUROP. Při porážkové hmotnosti 600–750 kg vykazují výbornou jatečnou výtěžnost (64–67 %). Výhodou je jemná a tenká kůže podobně jako nízký podíl kostí v JUT, který činí pouze 14–15 %. Obsah tuku v mase je velmi nízký. Plemeno je rovněž oblíbené pro použití v užitkovém křížení s dojenými plemeny nejčastěji v terminální pozici.

Salers

Salerský skot náleží mezi kontinentální rustikální plemena velkého tělesného rámce. Jeho domovinou je francouzský Centrální masiv. Rovněž toto plemeno je velmi dobře přizpůsobeno nepříznivým podmínkám prostředí.

Krávy dosahují hmotnosti 750–800 kg, býci přes 1 000 kg. Zvířata jsou celoplaštově mahagonově zbarvena a v intenzivním výkrmu jsou schopna dosahovat denních přírůstků 1 100 až 1 500 gramů. V jatečném těle je nízké ukládání tuku, kvalita charakteristicky tmavě červeného masa je dobrá.

Wagyu

Wagyu je japonský pláštově černě či červeně zbarvený rohatý skot. Plemeno středního tělesného rámce je v ČR chováno až od roku 2007. Nevyniká intenzitou růstu nebo osvalením, díky poměrně specifickým podmínkám vzniku je však charakteristické extrémní intenzitou ukládání tuku. Zejména schopnost ukládání vnitrosvalového tuku je naprosto unikátní. Například v nízkém roštěnci se může v závislosti na kategorii skotu či způsobu výkrmu pohybovat v rozmezí 10–40 %. Díky tomu je maso vysoce ceněno a je servírováno jako specialita v předních restauracích. Pokud je maso vyprodukované přímo v zemi původu, jeho cena dosahuje astronomických hodnot. V ČR není v čistokrevné podobě příliš rozšířené, ale jsou dostupné inseminační dávky. Ve světě je uplatňovaný výkrm volů kříženců s plemenem aberdeen angus v mateřské pozici. Stupeň i struktura mramorování nedosahuje tak extrémních hodnot jako u čistokrevných zvířat, velmi se mu ale přibližuje.

Porovnání výkrmnosti, jatečné hodnoty a kvality masa plemen různých užitkových typů

Cílem následujícího článku je zaměřit se na vyhodnocení kvantitativních i kvalitativních ukazatelů u jednotlivých užitkových typů skotu. Rozdíly v ukazatelích výkrmnosti, složení jatečného těla a kvality masa různých užitkových typů jsou demonstrovány na výsledcích experimentu realizovaném ve VÚŽV. V identických podmínkách ustájení a výživy byly do srovnatelného věku vykrmeni býci čtyř plemen, která jsou běžně chována v ČR. Mléčný užitkový typ byl zastoupen holštýnským plemenem, kombinovaný užitkový typ býky českého strakatého skotu, zatímco plemena aberdeen angus a gasconne reprezentovala masný užitkový typ. První jmenované masné plemeno je u nás nejrozšířenější chované britské plemeno, zatímco gasconne je ze skupiny francouzských kontinentálních plemen. Deset býků každého plemene bylo po dobu devíti měsíců vykrmováno do průměrné porážkové hmotnosti 657 kg, která bylo dosaženo ve věku 17 měsíců.

Výsledky výkrmnosti a vybraných ukazatelů složení jatečného těla jsou uvedeny v tabulce 4. Všechna čtyři plemena dosáhla srovnatelného přírůstku ve výkrmu, rozdílná porážková hmotnost souvisela spíše s rozdíly v hmotnosti telat při zahájení výkrmu. Ta mohla být kromě odlišného genetického potenciálu plemen pro intenzitu růstu ovlivněna i odlišnými podmínkami odchovu. Býčci masných plemen byli do odstavu společně s matkami na pastvě, zástupci dojených plemen byli odchováni ve venkovních individuálních boxech a následně v odchovně mladého dobytka. U každé skupiny byl tedy v době odchovu uplatňován jiný systém výživy a odlišná intenzita krmné dávky. Malé rozdíly v růstové intenzitě v průběhu výkrmu dokumentují, že bez ohledu na užitkový typ byla všechna plemena schopna dosahovat uspokojivé úrovně růstu. Diference jsou však zřejmé v konverzi krmiva, neboť býci aberdeen angus a holštýnské spotřebovali pro tvorbu jednoho kilogramu přírůstku přibližně o 15 % více krmiva než zbývající dvě plemena. To souvisí jednak s raností obou plemen, ale také s výraznějším ukládáním tukové tkáně v těle. Poměrně velké rozdíly byly zjištěny v jatečné výtěžnosti, kdy jednoznačně nejvyšší byla zjištěna u býků gasconne, naopak o téměř 8 % nižší u holštýnských býků

V tabulce 5 jsou uvedeny výsledky technologického rozboru pravé jatečné půlky a kvality masa. Je zřejmé, že nejvíce masa bylo získáno bouráním jatečných těl gascoňských býků, zatímco nejnižší hodnota byla dle očekávání zjištěna u holštýnů. Plemeno gasconne bylo nejlépe hodnoceno i prostřednictvím nízkého podílu kostí a šlach a naopak nejvyššího podílu masa z nejvíce ceněných partií, tedy z kýty, roštěnce, svíčkové a plece. Podíl tuku získaného při jatečném rozboru, stejně jako množství intramuskulárního tuku v nízkém roštěnci, byl nejvyšší u plemene angus. Ukazatel „instrumentální křehkost“ vyjadřuje sílu v kilogramech, která je potřebná k přestřižení hranolu grilovaného masa o definované velikosti Warner-Bratzlerovým nožem. Nejnižší byla tato hodnota u masa býků aberdeen angus, nejvyšší u holštýnských býků. Křehkost či tuhost masa je ovlivněna zejména množstvím a strukturou pojivové tkáně, ale rovněž obsahem intramuskulárního tuku. Nejpříznivější charakteristiky textury a chuti byly zjištěny u vzorků grilovaného masa plemene aberdeen angus (graf 3). Mezi masem býků obou dojených plemen nebyli členové senzorického panelu schopni detekovat žádné rozdíly.

Prezentované rozdíly demonstrují skutečnost, že ukazatele výkrmnosti či složení jatečného těla do značné míry ovlivňuje ranost jednotlivých plemen. V řadě ukazatelů (konverze krmiva, podíl masa, oddělitelný tuk, obsah intramuskulárního tuku) dosahují podobných výsledků plemena české strakaté a plemeno gasconne, a naopak aberdeen angus a holštýn. Pokud je však posuzována organoleptická kvalita masa, dochází k jednoznačnému oddělení masných plemen od dojených. Nejvyšší obsah intramuskulárního tuku v mase anguských býků byl zřejmě příčinou nejpříznivějších organoleptických parametrů, patrné rozdíly byly také způsobeny odlišnou texturou masa.

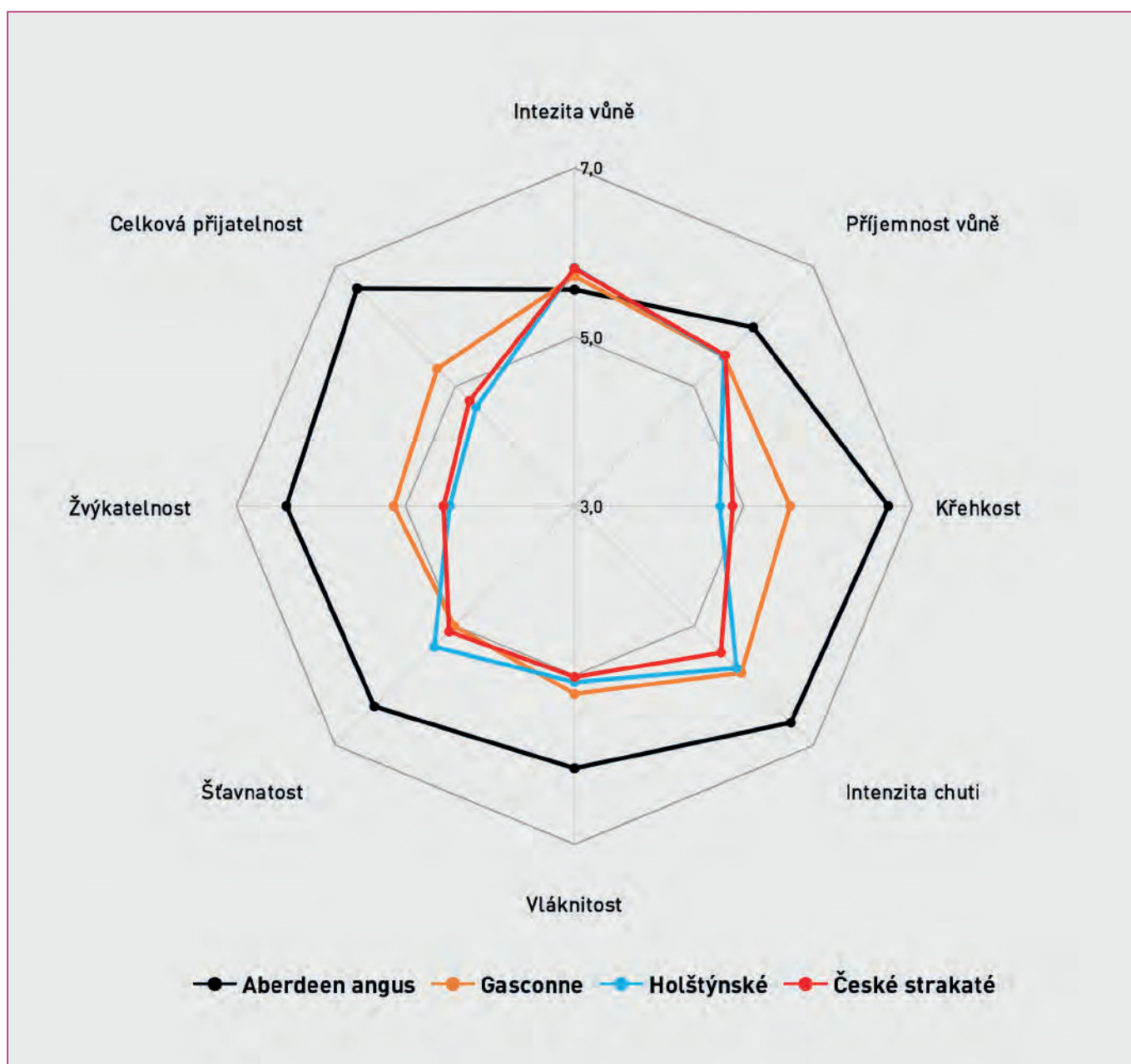
Chovaných plemen či kříženců je v tuzemských podmínkách značné množství a charakteristiky výkrmnosti, složení jatečného těla i kvality masa se mohou v závislosti na podmínkách odchovu a výkrmu značně lišit, přesto je možné považovat souvislosti mezi ukládáním tuku ve svalu a jeho vlivem na sledované senzorické parametry za obecně platné.

Tabulka 4: Ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty u různých užitkových typů skotu

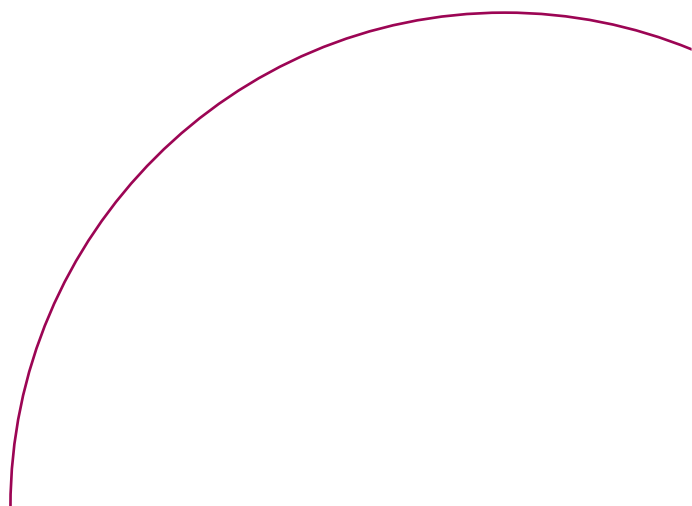
	Aberdeen angus	Gasconne	Holštýnské	České strakaté
Hmotnost při zástavu (kg)	327	302	288	247
Hmotnost při porážce (kg)	676	671	656	627
Přírůstek ve výkrmu (kg/den)	1,26	1,33	1,32	1,34
Spotřeba krmiva na tvorbu 1 kg přírůstku (kg)	15,7	13,2	15,2	13,1
Jatečná výtěžnost (%)	56,5	60,5	52,6	55,4
Jatečné loje (% z porážkové hmotnosti)	3,0	2,5	4,2	3,3

Tabulka 5: Složení jatečného těla a vybrané ukazatele kvality masa v nízkém roštěnci

	Aberdeen angus	Gasconne	Holštýnské	České strakaté
Maso (%)	75,0	79,1	73,2	76,5
Kosti a šlachy (%)	18,4	16,7	20,8	18,2
Oddělitelný tuk (%)	6,7	4,2	6,0	5,3
Maso I. jakosti (%)	34,4	36,8	34,4	35,7
Maso II. jakosti (%)	40,6	42,3	38,8	40,8
Intramuskulární tuk (%)	3,5	1,4	2,8	1,7
Instrumentální křehkost masa (kg)	3,6	4,7	5,9	5,0



Graf 3: Organoleptické vlastnosti grilovaného masa býků různých plemen



KŘÍŽENÍ PRO PRODUKCI MASA

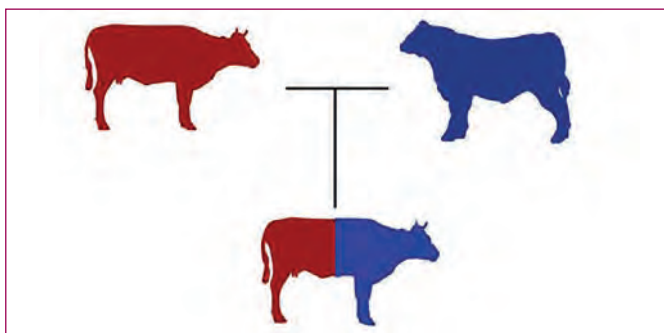
Využití heterózního efektu a systémy křížení

Křížením dvou rozdílných plemen získáme jedince, kteří se v některých znacích vyznačují vyšší užitkovostí, než je průměr obou plemen rodičovských. Tento jev je označován jako heterózní efekt. Zpravidla se vyjadřuje jako převaha generace kříženců nad průměrnou užitkovostí výchozích rodičovských plemen v procentech, přičemž průměr užitkovosti rodičů je považován za 100 %. Heterózní efekt je založen na neaditivním působení genů a je výsledkem efektu, který je způsoben vlastním genotypem jedince (individuální či přímý heterózní efekt), geno-

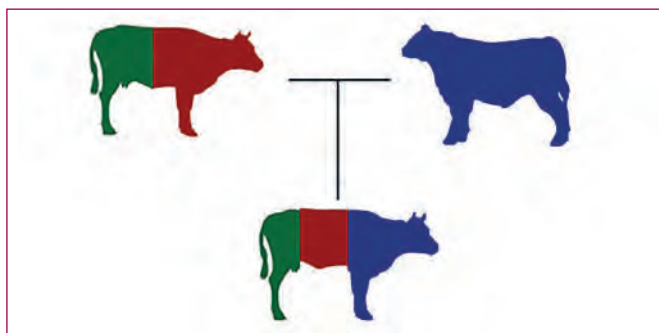
typem matky (maternální heterózní efekt) a genetickým efektem otce (paternální genetický efekt). Pro produkci masa lze v systémech chovu masného skotu uplatňovat celou řadu způsobů křížení, které se liší jednak ve velikosti heterózního efektu, ale zároveň i ve způsobu využívání chovných zvířat ve stádě.

Jsou rozlišovány tři základní typy křížení:

- **Statické systémy** (terminální křížení)
- **Systémy rotačního křížení** (kontinuální křížení)
- **Převodné křížení** (vyhlazovací křížení)



Obrázek 10: Schéma jednoduchého užitkového křížení



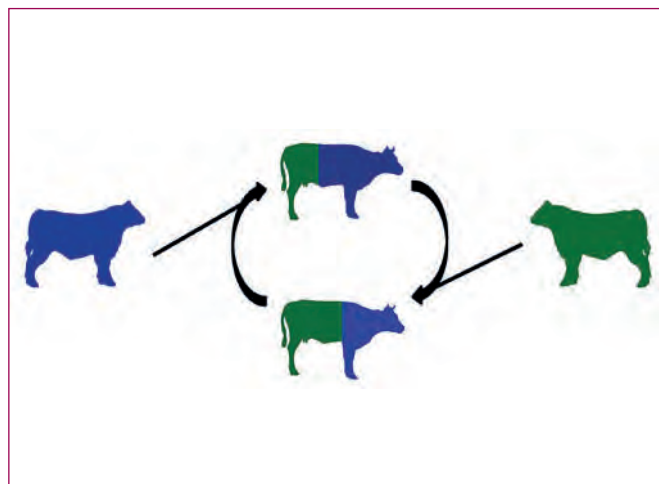
Obrázek 12: Schéma trojplemenného terminálního křížení



Obrázek 11: Příklad jednoduchého křížení (otec plemene blonde d'Aquitaine, matka české strakaté)



Obrázek 13: Příklad trojplemenného terminálního křížení (otec plemeno piemontese, matka kříženka plemen charolais a české strakaté)



Obrázek 14: Schéma dvojplemenného rotačního křížení

Zvolený systém křížení by měl být plánován na základě řady faktorů jako je velikost daného stáda, potenciální trh, úroveň managementu stáda, nebo dostupné technologické vybavení. Pro získání maximálního benefitu křížení je nezbytný dlouhodobý plán. Nejobvyklejší způsoby křížení jsou následující:

Jednoduché užitkové (terminální) křížení

Při tomto křížení je používán čistokrevný plemenný býk nebo inseminace ve stádě čistokrevných krav jiného plemene a potomci jsou označováni jako F1 generace. V případě masného skotu jsou do mateřské pozice zařazována plemena s dobrými mateřskými vlastnostmi jako je produkce mléka nebo snadnost telení, v otcovské pozici se uplatňují intenzivní a výrazněji osvalená plemena. Výhodou je maximalizace heterozního efektu, vysoká uniformita odchovaných telat, nevýhodou systému je pak nutnost neustálého zařazování čistokrevných plemenic do stáda. Jednoduché užitkové křížení nachází uplatnění ve stádech dojeného skotu u krav, od kterých chovatel nemá zájem odchovávat plemenné jalovice. U potomstva lze očekávat zlepšení intenzity růstu a zmasilosti, které se projeví příznivější realizační cenou za vykrmená zvířata.

Trojplemenné terminální křížení

Tento systém využívá plemennice F1 generace vzniklé v předchozím systému křížení, které jsou zapouštěny býky třetího plemene. Poskytuje maximální heterozii v souvislosti s životaschopností telat, ale také pro růstovou schopnost telat. Opět je nutné doplňování plemenic do stáda z jiného zdroje, ale jinak jde o způsob produkce vhodný pro jakoukoliv velikost stáda.

Rotační křížení

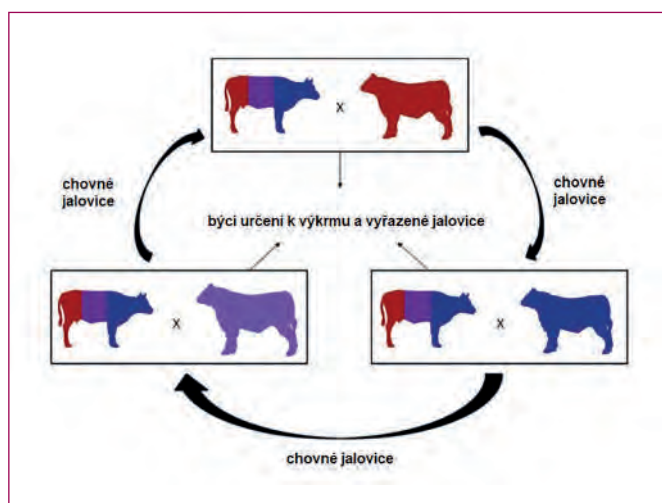
Při rotačním křížení jsou jalovice zařazované do plemnitby připarčovány s plemeníky jiného plemene, než je plemeno jejich otce. U následné generace je uplatňována stejná zásada, takže ve sledu generací dochází ke střídání plemen otců. K matkám se po celou dobu jejich reprodukčního života přiřazují plemenici pouze z jednoho plemene.

Dvojplemenné rotační křížení

Jedná se o nejjednodušší systém rotačního křížení, využívající dvě plemena a vyžadující dvě oddělená stáda. Začíná se připarčováním čistokrevných krav býky jiného plemene. V připouštění každé následné generace je využíván býk jiného plemene, než byl jejich otec. Druhé otcovské plemeno je vyžadováno až po uplynutí prvních dvou let připarčování. Zvolená plemena by měla být srovnatelná z hlediska porodní hmotnosti telat, velikosti v dospělosti či produkci mléka. To minimalizuje obtížnost telení u jalovic a obecně se tak zjednodušují nároky na chov. Hlavní výhodou systému je skutečnost, že veškeré jalovice jsou do stáda doplňovány z vlastní produkce, což umožňuje provozovat uzavřený obrot stáda.

Trojplemenné rotační křížení

Jsou uplatňována stejná pravidla jako u předchozího systému, s tím, že jsou do stáda zařazeni býci třetího plemene. Rotace tří plemen poskytuje vyšší úroveň heteroze než v případě rotace pouze dvou plemen. Krávy kříženky by měly být po celý reprodukční život zapouštěny býky stejného plemene. Ve stádě v průběhu času vznikají tři odlišné skupiny krav, které jsou vždy připarčovány plemeníkem, jehož samy mají nejnižší podíl.



Obrázek 15: Schéma trojplemenného rotačního křížení

Dvouplemenné rotační terminální otcovské křížení

Tento systém může být též nazýván rotačně-terminální systém. Zahrnuje dvouplemenné rotační křížení mateřských plemen, jež jsou chovány v samostatném stádě. Tato skupina plemenic stáda produkuje chovné jalovice pro zbývající stádo, a proto je velmi důležitá volba vhodných plemen s odpovídajícími mateřskými vlastnostmi. Přibližně polovina plemenic v tomto systému je využívána v rotačním systému křížení, zatímco zbývající část starších krav je využita pro terminální křížení s třetím otcovským plemenem. Všechna telata z této části stáda slouží k produkci masa a nejsou dále zařazována do chovu. To umožňuje zařazovat do terminální pozice extrémně osvalená plemena s výskytem genové mutace pro hypertrofii svalstva. Telata z terminálního křížení jsou vhodná k intenzivnímu výkrmu do vysoké porážkové hmotnosti, přičemž jsou od obou pohlaví získávána jatečná těla s vysokým podílem masa. Systém poskytuje vysoký stupeň heteroze, ale zároveň klade poměrně vysoké nároky na management. Téměř všechny narozené jalovičky v rotačním křížení musí být použity pro doplnění stáda a udržení početních stavů plemenic, proto je potřeba dosahovat dostatečně krátkého mezidobí i vysokého počtu odchovaných telat.

Převodné křížení

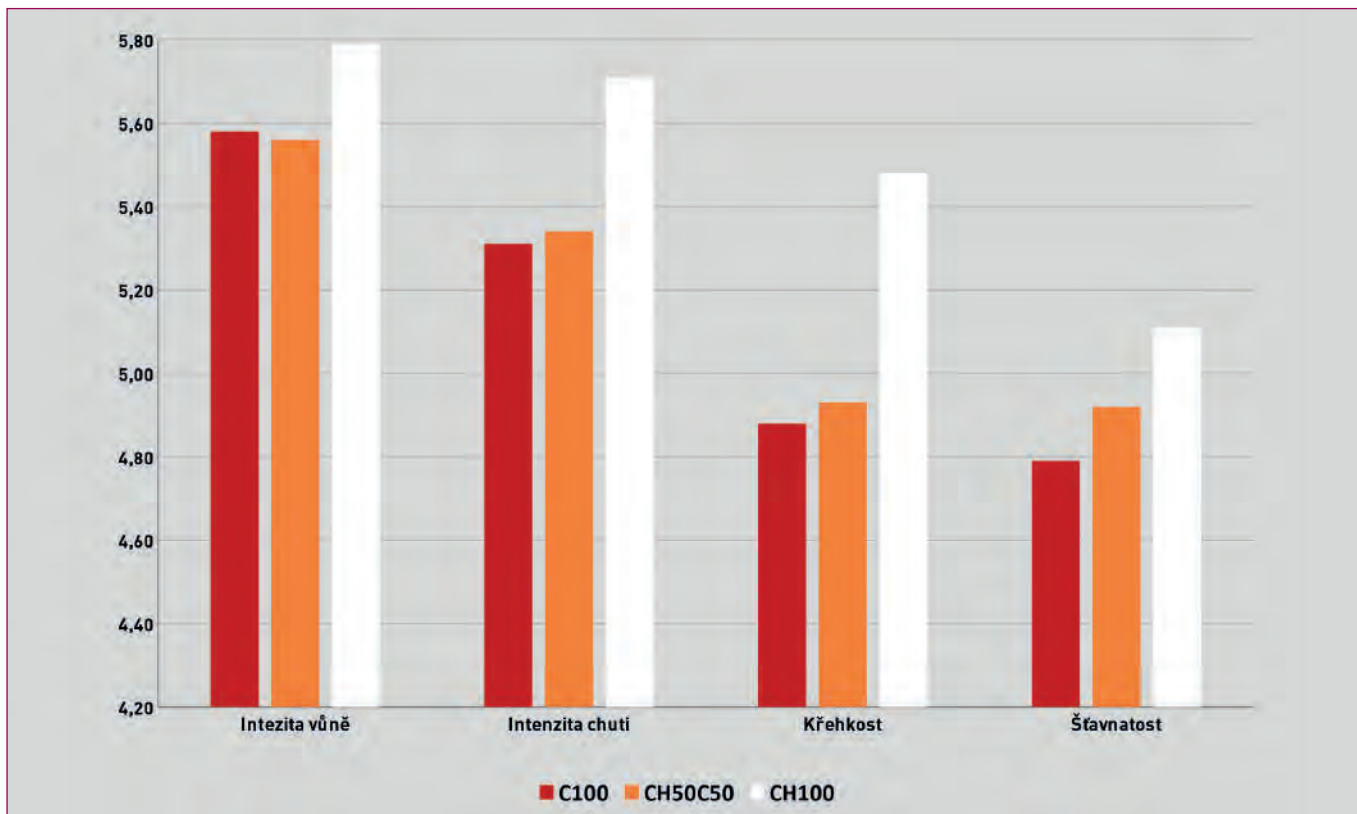
Určitou zvláštní a do značné míry krajní metodou systémů křížení je převodné křížení. Jedná se o postupné a úplné nahrazení původního dědičného základu populace opakovaným připouštěním plemeníků jednoho plemene na krávy výchozí populace. Nejvyšší úroveň heterózního efektu je dosahována u první generace, zatímco u následujících generací vždy o polovinu klesá. Tento způsob vytvoření populace nového plemene stál v počáteční fázi tvorby celé řady masných stád v ČR, kdy na původní populaci krav dojených plemen byli připouštěni plemenici masných plemen.

Ve světě jsou pro efektivní produkci v masných stádech realizovány i další více sofistikované systémy křížení (například vytváření kompozitních linií), které však v našich podmínkách mohou obtížně nalézt uplatnění, neboť je pro jejich efektivní činnost nutné zajistit minimálně 500 plemenic, nebo mohou produkovat několik odlišných tržních produktů, což není v ČR příliš obvyklé. Křížení poskytuje ve srov-

nání s čistokrevnou plemenitbou řadu výhod souvisejících s životaschopností telat a růstovou schopností, ne vždy je ale jeho využití vhodné. V malých produkčních stádech do padesáti kusů lze obtížně provádět jiné než jednoduché užitkové křížení. Pokročilejší systémy kladou větší nároky na rozdělení stáda v období připouštění nebo na nutný počet využívaných plemeníků. Tyto požadavky lze do určité míry řešit využíváním inseminace nebo nákupem plemenic. Systémy využívající více plemen jsou rovněž náročnější na zootechnickou evidenci. Má-li být maximalizován heterózní efekt, nesmí docházet k pomíchání jednotlivých skupin plemenic. Zejména v rotačních systémech je poměrně důležitá volba vhodných plemen. Pokud budou mezi plemeny existovat výrazné rozdíly v tělesné velikosti nebo nárocích na chov, může u různých částí stáda docházet ke značně odlišným požadavkům na výživu a ošetřování zvířat. Rovněž budou existovat rozdíly u skupin telat určených k dalšímu výkrmu. Systémy křížení zahrnují velmi komplexní škálu zootechnických postupů, od velmi jednoduchých způsobů jako je jednoduché užitkové křížení nebo převodné křížení, až po složitá rotační křížení, která mohou zahrnovat čtyři či více plemen. Hlavním klíčem k úspěchu je proto promyšlená konstrukce připouštěcího plánu a jeho bezpodmínečné dodržování.

Experiment: jednoduché užitkové křížení

U různých systémů křížení jsou studovány rozdíly v intenzitě růstu, výkrmnosti a jatečné hodnotě různých skupin kříženců, méně často je již sledován vliv na kvalitu masa včetně senzoryckých charakteristik. Parametry kvality masa byly široce studovány v tuzemských podmínkách zejména v období zakládání masných stád na konci minulého století. V řadě prací byly hodnoceny parametry kříženců ve srovnání s býky mateřské populace, porovnávání také s býky otcovské populace zejména pro parametry kvality však masa není příliš obvyklé. Proto byl ve VÚŽV realizován experiment, jehož cílem bylo porovnat řadu parametrů od výkrmnosti až po kvalitu masa u býků plemen charolais, české strakaté a jejich kříženců. Plemeno charolais je v současné době nejrozšířenějším masným plemenem nejen v zemi původu ve Francii, ale i v České republice. Svou oblibu si získalo zejména díky vysoké intenzitě růstu a dobrému zpeněžení zástavových telat i jatečných zvířat, ať už čistokrevných nebo kříženců.



Graf 4: Organoleptické vlastnosti masa býků plemen charolais, české strakaté a jejich kříženců

Býci byli ustájeni ve volné kotcové stáji s přistýlaným ložem, vybavené tenzometrickými žlaby umožňujícími přesné stanovení individuálního příjmu krmiva u každého jedince. Býkům byla předkládána směsná krmná dávka složená s kukuřičné, vojtěškové a luskoobilné siláže, vojtěškového sena a jadrných krmiv a minerálních doplňků. Po porážce následoval jatečný rozbor a vychlazené půlky byly následující den podrobeny technologickému rozboru, při kterém byly zároveň odebrány vzorky nízkého roštěnce pro chemické a senzorické analýzy.

Intenzita růstu v průběhu výkrmu byla srovnatelná u kříženců i čistokrevných býků plemene charolais (tabulka 6), přírůstek u českých strakatých býků byl přibližně o 8 % nižší. Významným ukazatelem souvisejícím s ekonomikou výkrmu je využití živin krmiva. Spotřeba sušiny krmiva na 1 kg přírůstku byla u plemene charolais o 17 % nižší než u českého strakatého skotu a o 3,5 % menší než u kříženců. Při srovnatelné porážkové hmotnosti všech skupin byla u kříženců zjištěna vyšší jatečná výtěžnost, o 0,5 % oproti otcovskému a o 2,7 % oproti mateřskému plemeni. Množství masa získané z jatečné půlky při bourání bylo shodné u býků charolais a kříženců, zatímco mateřské plemeno dosáhlo hodnoty o 0,3 % nižší. Rozdíly se zvýraznily, pokud byl sledován podíl masa I. jakosti, tedy masa z kýty, plece, roštěnce a svíčkové. Tento podíl byl u býků charolais o 1,4 respektive o 1,6 % vyšší než u kříženců a býků dojeného plemene. Obsah intramuskulárního tuku byl u všech skupin relativně nízký, což je znak charakteristický pro obě použité plemena. Pokud došlo k hodnocení organoleptických vlastností grilovaného masa nízkého roštěnce (graf 4), bylo zjištěno, že nejpříznivější hodnocení bylo dosaženo u všech sledovaných parametrů u býků plemene charolais.

Připouštěním býků kontinentálních masných plemene na krávy dojeného skotu lze u vykrmovaného potomstva očekávat proti mateřské populaci snížení spotřeby krmiva na tvorbu přírůstku, nebo výraznější zvýšení jatečné výtěžnosti. Příznivější konverze živin krmiva a jatečná výtěžnost má souvislost se snížením objemu trávicího traktu a vnitřních lojů v těle jatečného zvířete. Lze očekávat i určité zlepšení zpeňování vykrmených zvířat v důsledku změny při zařazení do třídy jakosti SEUROP. V jatečně upraveném těle se také zvýší zastoupení nejcenějších partií. Organoleptické vlastnosti masa jsou do značné míry ovlivněny množstvím a strukturou pojivové tkáně, stejně jako obsahem intramuskulárního tuku. Tyto změny jsou však velmi individuální pro konkrétní kombinaci plemen a nelze ji jednoduše zobecnit.

Tabulka 6: Ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty u různých užitkových typů skotu

	České strakaté	Kříženci CH50C50	Charolais
Hmotnost při zahájení experimentu (kg)	345	346	335
Hmotnost při porážce (kg)	586	594	585
Přírůstek v experimentu (kg/den)	1,36	1,45	1,44
Spotřeba sušiny krmiva na tvorbu 1 kg přírůstku (kg)	7,2	6,2	6,0
Jatečná výtěžnost (%)	56,3	59,0	58,5
Maso celkem (% z hmotnosti půlky)	78,3	78,6	78,6
Maso I. jakosti (% z hmotnosti půlky)	38,9	39,1	40,5

VLIV POHLAVÍ ZVÍŘAT NA UKAZATELE RŮSTU, SLOŽENÍ JATEČNÉHO TĚLA A KVALITU MASA

Pohlaví zvířat je dalším významným faktorem působícím na ukazatele masné užitkovosti. Existují rozdíly v celé řadě ukazatelů mezi býky a jalovicemi, avšak složení jatečného těla a kvalitu masa lze také modifikovat kastrací býků.



Obrázek 16: Řez roštěncem býka českého strakatého skotu



Obrázek 17: Řez roštěncem jalovice českého strakatého skotu

Z celé řady literárních pramenů je zřejmé, že jalovice oproti býkům dosahují ve výkrmu nižší intenzity růstu v rozsahu přibližně 10 až 30 %. Tato skutečnost je způsobena nižší tělesnou hmotností v dospělosti a méně ekonomickým využitím živin krmiva. U jalovic dochází k dřívějšímu ukládání tukové tkáně, což má negativní vliv na konverzi krmiva, která je tak méně příznivá než u býků. Zároveň ale dochází k podstatně vyššímu stupni ukládání intramuskulárního tuku, díky kterému má maso odlišné organoleptické vlastnosti. Efektivnější využití živin krmiva a nižší obsah tukové tkáně v jatečném těle u samců souvisí anabolickým účinkem samčího pohlavního hormonu testosteronu. Kastrací býků dochází k odstranění působení testosteronu, což se u volků, kromě omezení agresivního chování souvisejícího s pohlavním pudem, projevuje i ve snížené růstové schopnosti v průběhu výkrmu. Dochází k odlišnému vývinu tělesných tkání a jatečné tělo volků se svým složením více podobá jatečnému tělu jalovic. To je ale na druhou stranu vlastnost, díky které je maso volů výrazně více ceněné zejména tam, kde je zájem o maso prvotřídní kulinární kvality díky výraznému mramorování.

Kromě výrazných rozdílů v ukládání tukové tkáně se jednotlivé kategorie skotu podle pohlaví liší i ve složení pojivové tkáně zvířat, která má jinou strukturu u býků na jedné straně a u jalovic a volků na straně druhé. Vazivová, nebo také pojivová tkáň se nachází ve vazech, šlachách, kloubních pouzdrech, chrupavkách a kostech, ale je rovněž nedílnou součástí svalů v podobě membrán a dalších vnitrobuněčných útvarů. Je tvořena bílkoviny, z nichž můžeme uvést například elastin, retikulín, kreatin, muciny či mukoidy. Vůbec nejdůležitější z této skupiny je ale kolagen, který je zároveň nejvíce zastoupeným proteinem v těle zvířat. Celé svaly obaluje ve formě epimysia, svalové snopce jako perimysium a každé svalové vlákno je dále obaleno vrstvou nazývanou jako endomysium. Funkcí těchto struktur je mechanický přenos sil tvořených kontrahujícími svalovými vlákny. Jeho význam spočívá v tom, že má poměrně zásadní vliv na texturní charakteristiky svaloviny a následně i tepelně upraveného masa. Základní strukturální jednotkou je tropokolagen, který je složen ze tří alfa řetězců tvořících navzájem šroubovici. Tato bílkovina, je při nízkých teplotách nerozpustná a vytváří pevnou strukturu. Relativní pevnost kolagenních vláken je



Obrázek 18: Řez roštěncem vola českého strakatého skotu

způsobena tvorbou intermolekulárních příčných můstků. Ty vznikají vazbou lysinaldehydu v jednom alfa řetězci s aminokyselinou hydroxylysinu. Toto spojení je nazýváno jako aldiminová vazba. Podstatnou vlastností těchto vazeb, pokud vznikají v rámci jednoho řetězce je, že jsou tepelně rozpustné. To je velmi důležité, neboť v průběhu tepelné úpravy se struktura svazků tohoto typu kolagenu rozrušuje a maso se stává křehkým. Druhý typ příčných vazeb však vzniká reakcí lysinaldehydu jednoho řetězce s hydroxylysinem řetězce sousedního. Takové to vazby se však rozpouštějí jen velmi obtížně. Zásadní rozdíl mezi masem býků či jalovic a volů je právě v zastoupení těchto vazeb. Maso nekastrovaných samců má celkové vyšší obsah kolagenních vláken a zároveň se zde vyskytuje více aldiminových vazeb mezi sousedními řetězci. Zjednodušeně řečeno, toto maso je díky pevnější struktuře vaziva připraveno na vyšší svalový výkon. Z hlediska kulinární kvality masa je to však vlastnost, která nepříznivě ovlivňuje texturu tepelně upraveného masa. Kastrace je tedy způsob, jak omezit vliv testosteronu na pevnost vazivové tkáně. Společně s vyšším ukládáním tukové tkáně je to důvod, proč je maso volů a jalovic z kulinárního hlediska ceněno více než maso býků.

Pro ověření vlivu pohlaví na ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty byl ve VÚŽV realizován výkrmový experiment, do kterého bylo zařazeno 12 býků a 12 jalovic českého strakatého skotu. Zvířata byla ustájena odděleně podle pohlaví ve dvou kotcích se slámou přistýlaným ložem. Všem zvířatům byla předkládána identická krmná dávka založená na kukuřičné siláži, luscoobilné senáži, vojtěškovém senu a koncentrátu. Při dosažení plánovaného věku devatenáct měsíců byla zvířata porážena na experimentálních jatkách VÚŽV. Při porážce byl uskutečněn jatečný rozbor a vychlazené pravé půlky následně posloužily k technologickému rozboru. Byly

Tabulka 7: Ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty u různého pohlaví skotu

	Býci	Jalovice
Hmotnost při zástavu (dny)	246	231
Hmotnost při porážce (dny)	670	610
Přírůstek ve výkrmu (kg/den)	1,30	1,15
Jatečná výtěžnost (%)	56,1	53,0
Jatečné loje (% z porážkové hmotnosti)	3,5	7,3
Maso celkem (% z hmotnosti půlky)	77,2	70,5
Kosti a šlachy (% z hmotnosti půlky)	17,8	16,9
Oddělitelný tuk (% z hmotnosti půlky)	5,0	12,6

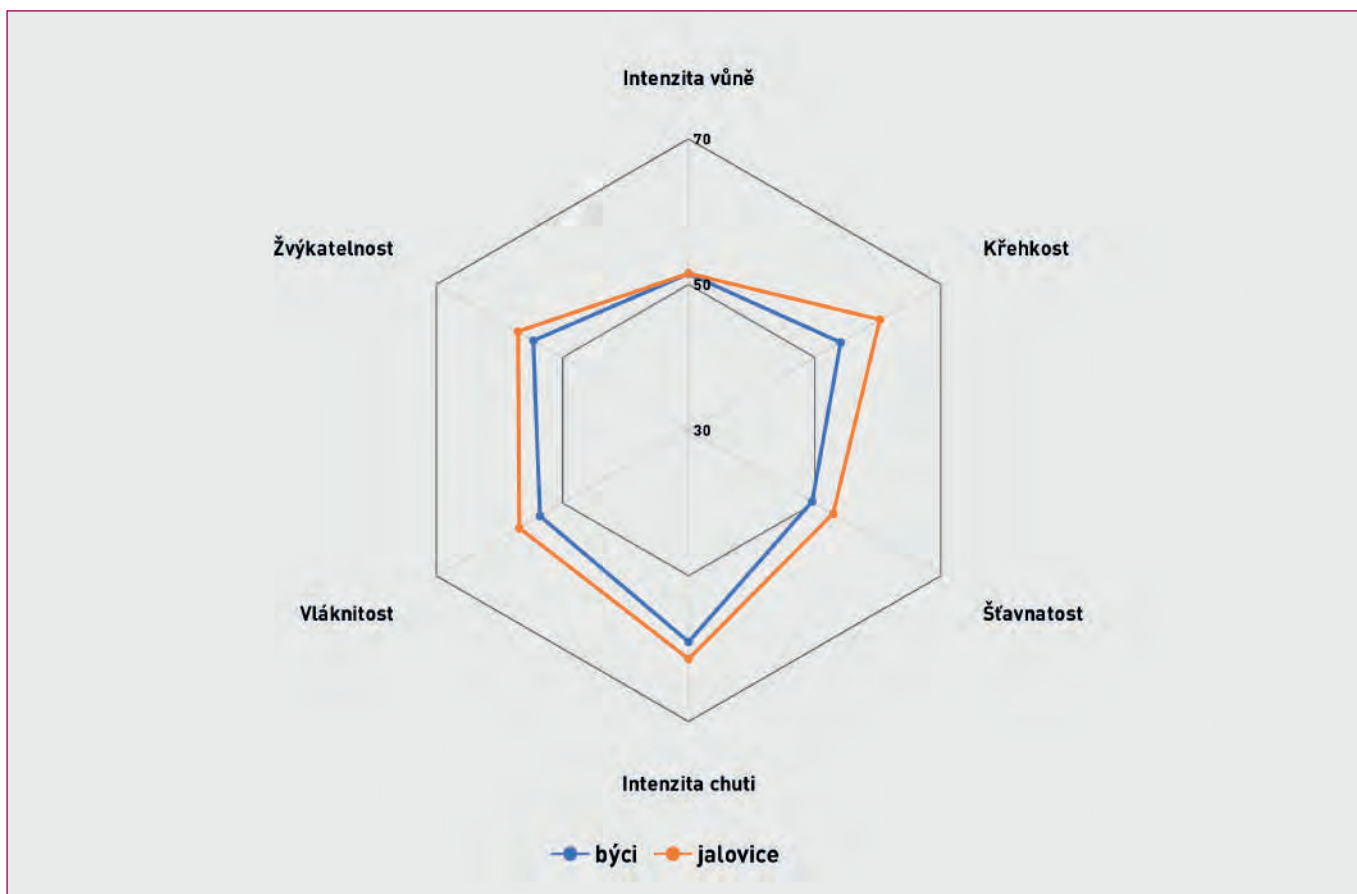
Tabulka 8: Ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty u různých užitkových typů skotu

	Sval LL		Sval TB		Sval RA	
	Býci	Jalovice	Býci	Jalovice	Býci	Jalovice
Sušina (%)	25,7	28,3	23,6	25,8	24,4	28,5
Bílkoviny (%)	21,8	22,0	20,3	20,5	20,3	20,6
Intramuskulární tuk (%)	1,9	4,5	1,2	3,4	2,3	6,3
Celkový kolagen (%)	0,36	0,30	0,59	0,48	0,44	0,38
Rozpustný kolagen (% podíl z celkového kolagenu)	28,4	29,7	36,0	31,9	25,2	28,0
Instrumentální křehkost masa (kg)	4,2	3,9	5,1	4,7	5,8	5,4

LL = longissimus lumborum, TB = triceps brachii, RA = rectus abdominis

odebrány vzorky masa ze tří partií: nízký roštěnec (sval longissimus lumborum), vysoká plec (sval triceps brachii) a bok bez kosti (sval rectus abdominis) pro účely měření fyzikálních a organoleptických vlastností a chemického složení.

Z výsledků výkrmnosti a jatečné hodnoty uvedených v tabulce 7 vyplývá, že průměrný denní přírůstek býků byl o 150 g za den vyšší. O 3 % nižší jatečná výtěžnost jalovic souvisela zejména s výraznějším zastoupením jatečných lojů (obžaludkový, ledvinový a šourkový, respektive vemenní lůj). Při technologickém rozboru bylo zjištěno, že jatečné půlky býků obsahují téměř o 7 % více masa. Jatečná těla jalovic obsahovala přibližně o 1 % méně kostí a šlach, ale naopak výrazně více oddělitelného tuku. Rozdíly v ukládání tukové tkáně jsou zjevné i z chemické analýzy tří svalů (tabulka 8), kdy obsah intramuskulárního tuku u jalovic dosahoval více než dvojnásobného množství ve srovnání s masem býků. Také je patrné, že obsah celkového kolagenu byl vyšší u býků, ale naopak podíl tepelně rozpustné frakce kolagenu byl u této skupiny nižší. To mohlo být důvodem nižší instrumentální křehkosti grilovaného masa býků měřené pomocí síly stříhu Warner-Bratzlerovým nožem. Z výsledků porovnávání sensorických vlastností masa býků a jalovic uvedených v grafu 5 (pro maso z nízkého roštěnce), 6 (maso z velké plece) a 7 (pro maso z pupku) je zřejmé, že s výjimkou intenzity vůně byly zbývající deskriptory hodnoceny příznivěji u masa jalovic. Z celé řady dostupných prací je zjevné, že organoleptické charakteristiky hovězího masa



Graf 5: Organoleptické vlastnosti grilovaného svalu longissimus lumborum jalovic a býků českého strakatého skotu

jsou do značné míry ovlivněny obsahem intramuskulárního tuku. To se potvrdilo i v uvedeném experimentu. Rozdíly v hodnocení textury sensorickým panelem poměrně dobře odráží i charakteristiky celkového a rozpustného kolagenu, prezentované v tabulce 8.

Imunokastrace

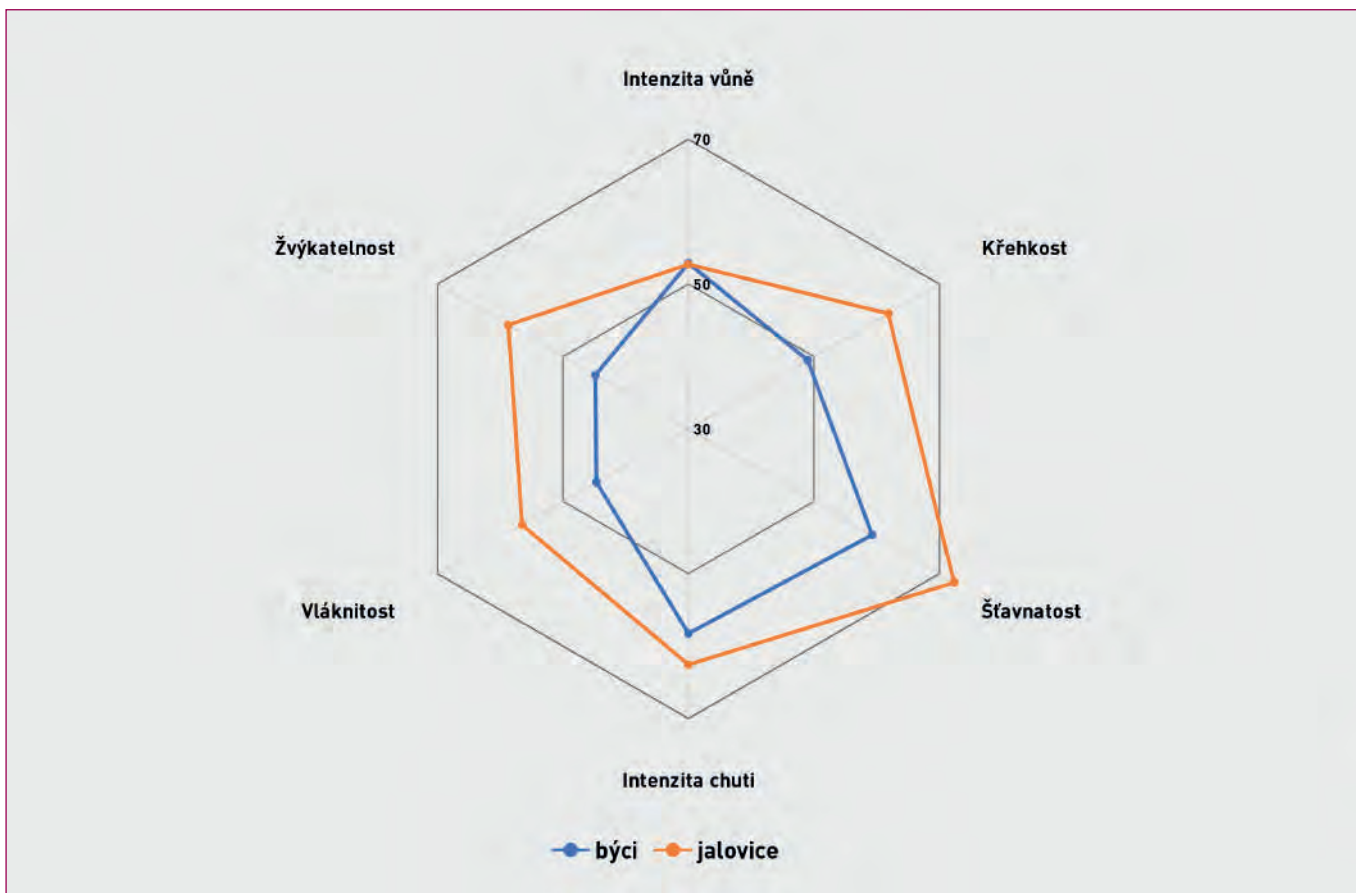
Kastrací rozumíme opatření, které vede k odstranění varlat chirurgickými nebo nechirurgickými metodami. Existují různé metody kastrace, které zahrnují chirurgické odstranění varlat (zejména u prasat), využití strangulačních kroužků s následným odumřením šourku nebo rozdrčení semenných provazců pomocí speciálních kleští (zejména u býků a beranů). Všechny tyto metody jsou však spojeny s určitou mírou bolesti způsobenou zvířeti, proto jsou v současné době zejména v zemích EU stále více kritizovány z hlediska welfare zvířat. Důvodů, proč kastraci ve stádech skotu provádět, je celá řada. Většinou se jedná o zabránění neplánované březosti u samic, pokud jsou chovány společně v jednom stádě, omezení projevů sexuálního a agresivního chování samců nebo snahu ovlivnit složení jatečného těla a kvalitu masa.

V řadě chovatelsky významných zemí světa mimo Evropskou unii se proto začala uplatňovat metoda využívající imunokastrační vakcínu. Její využití je našim chovatelům spíše známo z oblasti chovu prasat. Princip spočívá v aktivní imunizaci proti uvolňování gonadotropinového faktoru (GnRH) z hypotalamu, což má za následek inhibici produkce luteinizačního hormonu (LH) a folikuly stimulujícího hormonu (FSH), které se vytvářejí v hypofýze a dostávají

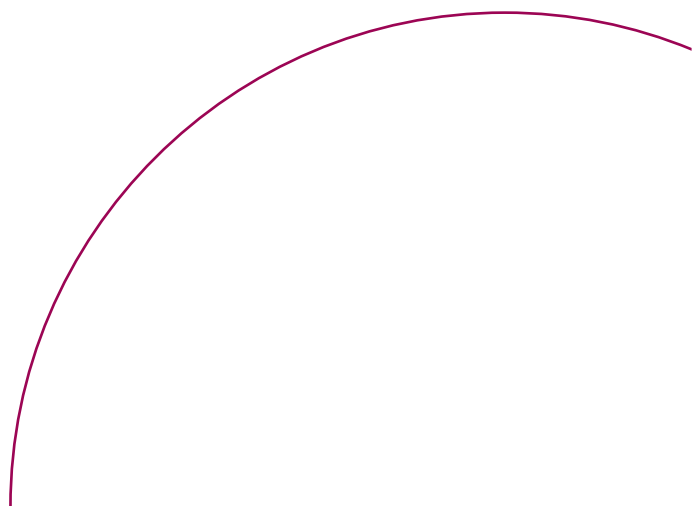
se do pohlavních gonád, kde stimulují tvorbu pohlavních hormonů. Tato vakcína má tedy inhibiční efekt na produkci pohlavních hormonů u obou pohlaví. V případě samců dochází k zablokování tvorby samčího pohlavního hormonu testosteronu a současně se u dospívajících zvířat projevuje omezeným vývojem varlat, které narůstají do menší velikosti. V našich podmínkách je imunokastrační vakcína pod obchodním názvem Improvac v omezené míře používána ve výkrmu prasat, zejména za účelem snížení výskytu kančího pachu v mase. Pro skot byl vyvinut přípravek nazývaný Bopriva. Je vypracováno několik schémat pro jeho aplikaci podle potřeby, účelu a způsobu chovu. Obvykle se vakcína aplikuje dvakrát (minimálně dvakrát je nezbytná pro potlačení vlivu tvorby pohlavních hormonů) nebo třikrát. Interval mezi první a druhou vakcinací je doporučován v rozmezí jednoho měsíce. Oproti chirurgickému způsobu kastrace je aplikace velmi jednoduchá a lze ji spojit s dalšími zootechnickými úkony ve stádě, jako je například vážení zvířat nebo podávání antiparazitik. Vzhledem k tomu, že produkce testosteronu neustává ihned, ale až po podání druhé dávky, je růstová intenzita v této fázi výkrmu vyšší, než je tomu u chirurgicky kastrováných volků. U imunokastrovaných zvířat dochází ke zklidnění temperamentu, což umožňuje pastevní způsob výkrmu, který je jinak u býků poměrně problematický. Podobně jako u klasických volků je složení jatečného těla i jednotlivých partií masa ve srovnání s býky charakteristické vyšším obsahem tukové tkáně. V současné době však uvedený přípravek pro skot není v zemích EU schválen ani využíván. Vzhledem k rostoucímu tlaku na zlepšování welfare zvířat se to však v budoucnu může změnit.



Graf 6: Organoleptické vlastnosti grilovaného svalu triceps brachii jalovic a býků českého strakatého skotu



Graf 7: Organoleptické vlastnosti grilovaného svalu rectus abdominis jalovic a býků českého strakatého skotu



VÝŽIVA VYKRMOVANÉHO SKOTU A VLIV NA KVALITU MASA

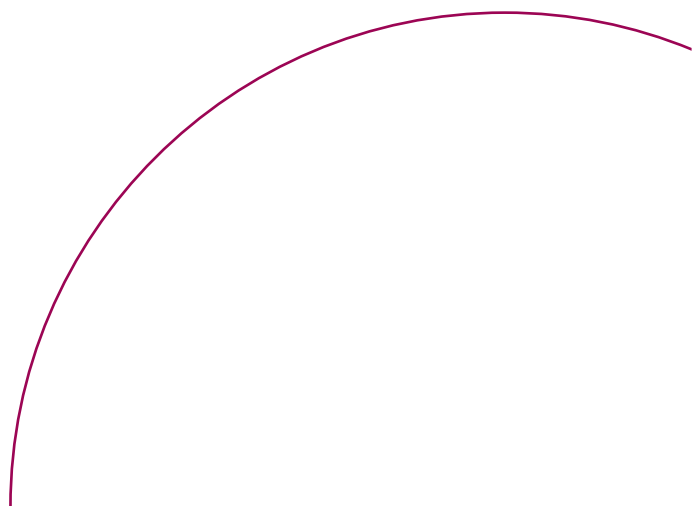
Vhodná volba krmné dávky z hlediska koncentrace živin i vhodných komponent hraje ve výkrmu skotu zcela zásadní roli, neboť náklady na krmiva obvykle představují více než polovinu celkových nákladů. Výkrmci se tedy snaží zajistit živinově vyváženou a pokud možno levnou krmnou dávku. Ekonomika výkrmu do značné míry souvisí s intenzitou růstu zvířat. Z řady literárních zdrojů vyplývá, že rentabilní produkce lze dosáhnout většinou jen v případě, kdy přírůstky ve výkrmu budou vyšší než 1,2 kg na den.

Systémy výkrmu skotu jsou založeny na dostupných zdrojích krmiva, které lze v daných produkčních podmínkách efektivně pěstovat. V tuzemských podmínkách lze za nejběžnější způsob výkrmu považovat systém založený na krmné dávce složené z kukuřičné siláže jako dominantní komponenty objemné složky doplněné přídatkem koncentrátu, obvykle jadrného krmiva. Další alternativou pak jsou krmné dávky založené na využití luskovinných či travních senáží. Celosvětově je pak velmi rozšířený způsob výkrmu zvířat při využití pastvy. Tato varianta je rovněž uplatňovaným způsobem produkce masa v chovech ekologického zemědělství i v našich podmínkách. Složením krmné dávky lze ovlivnit širokou škálu senzoryckých charakteristik od textury po vůni a chuť masa. Ty souvisejí se vznikem aromaticky aktivních látek, které se ve svalovině ukládají, nebo jsou produktem degradace chemických sloučenin v průběhu procesu zrání masa. Pro přijatelnost takového produktu konzumenty hraje značnou roli i předchozí zkušenost s konzumací masa daného produkčního systému. Z rozsáhlých zahraničních studií je zřejmé, že konzumenti obvykle preferují maso produkované v systémech intenzivního výkrmu při uplatnění kukuřičné siláže a jadrných směsí. Důvodem může být odlišné chemické složení a zejména vyšší podíl intramuskulárního tuku než u masa ze stejné partie zvířat z pastevního výkrmu. Naopak u masa zvířat vykrmovaných na pastvě je někdy popisován výskyt nepřírodní či nežádoucí vůně a chuti. Předkládané krmivo totiž může ovlivnit složení tukové tkáně a zastoupení různých mastných kyselin. Vyšší obsah nenasycených masných kyselin ze skupiny $\omega - 3$, jako je například kyselina linolenová nebo eikosapentaenová. Zvýšení obsahu je příznivé ze-

jména z hlediska nutriční hodnoty masa, neboť se jedná o mastné kyseliny s pozitivním účinkem na lidské zdraví, nicméně v průběhu zrání masa a tepelné úpravy dochází k uvolňování produktů degradace těchto kyselin. Ty jsou popsány jako příčina výskytu některých specifických vůní či chutí, které jsou asociovány například jako travní, pastevní vůně či chuť. Jedná se o aromaticky aktivní sloučeniny, zejména aldehydy, mezi kterými můžeme uvést hexanal nebo oktanal. Tyto látky jsou příčinou specifické vůně a chuti, která je typická pro tepelně upravené maso z pastevního výkrmu a konzumenty není většinou preferována.

Intenzita růstu zvířat a krmná dávka s různou koncentrací živin mají výrazný potenciál ovlivnit jak nutriční hodnotu masa, tak i jeho organoleptické vlastnosti. Zvyšováním koncentrace energie v krmné dávce lze např. modifikovat strukturu pojivové tkáně v mase. Kolagen jako hlavní složka pojivové tkáně a jeho množství nebo struktura přímo ovlivňuje základní tuhost či houževnatost vařeného masa. Při zvyšování množství energie v krmné dávce vzniká kolagen s vyšším podílem tepelně rozpustné frakce (viz kapitola vliv pohlaví). To má přímou souvislost s křehkostí masa, neboť při tepelné úpravě masa je tato složka kolagenu přeměněna na želatinu, zatímco nerozpustnou část zvýšení teploty neovlivní. Z uvedeného důvodu u intenzivně vykrmených zvířat lze očekávat příznivější parametry textury masa než v případě stejných zvířat pozvolna rostoucích.

Zařazení kratší fáze intenzivního dokrmu (finishing), například v posledních dvou či třech měsících před porázkou, může proto kromě zvýšení hmotnosti a osvalení zvířat také pozitivně působit na strukturu kolagenu a obsah intramuskulárního tuku v mase a snížit výskyt negativně vnímaných vůní či chutí.



PŘEDPORÁŽKOVÝ STRES A ZACHÁZENÍ SE ZVÍŘATY PŘI TRANSPORTU

Je všeobecně známo, že celé úsilí chovatelů o produkci kvalitních jatečných zvířat může být zmařeno posledním krokem v tomto procesu, tedy při nakládání zvířat, transportu a příhonu na porážku. Všechny tyto manipulace jsou významným způsobem ovlivněny lidským faktorem, schopnostmi, zkušenostmi, přístupem pracovníků a v neposlední řadě také jejich vztahem ke zvířatům. Vzhledem ke skutečnosti, že v současné době je poměrně složitější nalézt a udržet kvalitní a stabilní pracovníky, nabývají tyto úkony stále na větším významu. Velmi podstatným faktorem pro kvalitu zpracovaného masa je zdravotní stav zvířat, jejich fyzická i psychická kondice. Bez zbytečného prodlení a při dodržení všech souvisejících předpisů by se k porážce měla přepravovat, pokud možno pouze zvířata zdravá a v uspokojivém výživném stavu. Týrání či jiné nepřiměřené zacházení se zvířaty se negativně odráží v přímých ztrátách na maso (například podlitiny, které jsou při jatečném opracování z těla odstraněny), ale také v jeho snížené senzoričské hodnotě a možnosti následného využití. Podmínky pro přepravu zvířat musí respektovat nařízení ES 853/2004 a ES 854/2004 (povinnost doprovázet jatečná zvířata patřičnou dokumentací) a nařízení ES 2005/1 (o ochraně zvířat během přepravy). Závazná je i vyhláška MZe 4/2009 Sb. O ochraně zvířat při přepravě.

Nestandardní průběh postmortálních procesů v masě vede často k jakostním odchylkám, označovaným jako „vady masa“. Tyto změny se projevují zejména ve změněné vaznosti masa (schopnost poutat vodu) a také v odlišných organoleptických vlastnostech. Zdravotní nezávadnost masa ohrožena není, ale je poměrně výrazně omezeno následné využití masa.

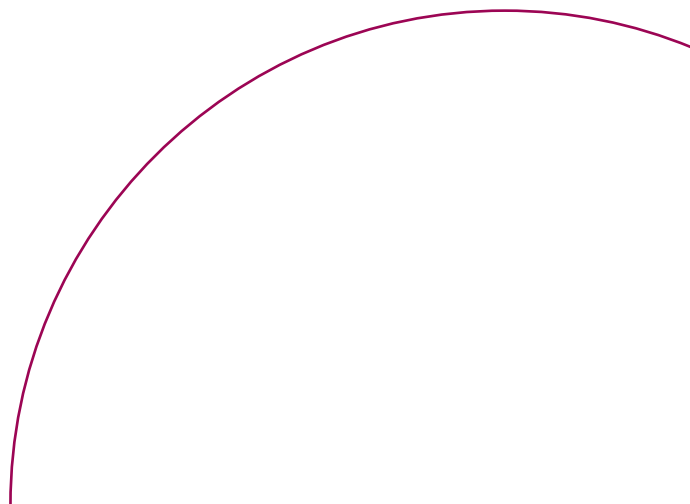
Nejčastější vadou masa, která se vyskytuje při zpracování jatečného skotu, je tzv. maso „DFD“ (zkratka anglických slov dark, firm, dry neboli tmavé, tuhé suché). Někdy se v anglické literatuře můžeme setkat také s alternativním termínem DCB (dark cutting beef – hovězí maso tmavé na řezu). Tato vada masa je většinou odrazem nevyhovujících podmínek v období před porážkou. Dlouhodobý, chronický stres vede k fyzickému vyčerpání zvířat a má za následek výrazný pokles zá-

sob svalového glykogenu. Charakteristickou vlastností DFD masa je nízký pokles pH. Pokud bychom měřili pH svaloviny žijícího zvířete, nebo v okamžiku těsně po porážce, je jeho hodnota neutrální (6,8–7,2). Zatímco při normálním průběhu zracích procesů dochází u hovězího masa k poklesu pH během prvních 24 hodin po porážce na rozmezí 5,4–5,7, v případě vzniku vady DFD je pokles velmi mírný na hodnotu vyšší než 6,0. Jsou-li energetické rezervy ve svalu ve formě svalového glykogenu před porážkou spotřebovány, což může nastat při dlouhém lačnění zvířete nebo jiné extrémní stresové situaci, potom se ve svalovině netvoří žádné, nebo jen velmi malé množství kyseliny mléčné. K vadě DFD může rovněž docházet v případě nevhodné technologie porážky, kdy existuje velmi dlouhá prodleva mezi omráčením a vykrcením zvířete. Pak může nastat situace, že se část nahromaděné kyseliny mléčné ze svaloviny vyplaví společně s krví zvířete.

Maso s touto vadou je charakteristické tmavě červenou (v extrémních případech téměř černou) barvou a vysokou vazností. Z důvodu nízkého poklesu pH je velmi málo údržné, protože se nevytvořila dostatečná bariéra zabraňující vývoji nežádoucích mikroorganismů. Povrch je proto lepkavý a aroma mdlé. Nedochozí k nastoupení zracích procesů nebo se rozvíjejí jen velmi mělce. Fibrilární struktury jsou značně nabobtnalé. Zda se jedná o popisovanou vadu masa lze měřit v jatečných provozech v období 24–36 hodin po porážce. Pokud jsou naměřeny hodnoty pH vyšší než 6,0, hovoříme o jejím výskytu, ale i v případě, že jsou zjištěny hodnoty v rozmezí pH 5,8–6,0 existuje již určité riziko z hlediska kvality masa. Díky nízké údržnosti je další využití DFD masa problematické. Nelze jej nechat vyzrát, protože rychle dochází k mikrobiální kontaminaci a kažení. Při využití v trvanlivých fermentovaných masných výrobcích zase vysoká vaznost znesnadňuje proces sušení a zrání. Určitou možností představuje přimíchání menšího podílu do díla při výrobě párků, špekáčků či měkkých salámů. Díky vysoké vaznosti toto mělněné maso ochotně poutá přidanou vodu. Organoleptické vlastnosti jsou ovšem velmi nevýrazné, což limituje zařazení většího množství do díla.

Prevenca vady DFD

Prevenca vady masa DFD souvisí zejména se zabráněním vzniku stresových situací a vyčerpání zvířat při nakládání u chovatele a transportu na jatky, ale také se zvládnutím příhonu zvířat na porážku. Je zapotřebí rozlišovat, jaká zvířata jsou nakládána a ustájena na porážkovém místě. Skupiny, které mají vytvořenou sociální hierarchii, tedy zvířata z jednoho kotce stáje nebo z jedné pastviny, lze bez problémů přepravovat i na delší vzdálenosti a následně mohou být i na jatkách ustájena po delší dobu, například přes noc, bez nebezpečí výskytu této vady. Je však nutné dodržet pravidlo, že do skupiny nebudou přidávána žádná další zvířata. Naopak u skotu, z různých kotců nebo od různých chovatelů, lze jen obtížně zabránit soubojům o sociální postavení. V takových případech se doporučuje provést porážku zvířat co nejrychleji, nejlépe do 90 minut od naložení ve stáji. Některé jatecké podniky disponují i zařízeními pro ustájení skotu v individuálních boxech s napájením. V takovém případě je možné zvířata ponechat bez problémů přes noc pro celkové zklidnění. Uvedené zásady by měly být dodržovány zejména u jatečných býků, neboť u nich je riziko nejvyšší. Zanedbání doporučení může vést k rychlému a nevratnému znehodnocení dlouhodobé péče o zvířata během odchovu a výkrmu. U krav a jalovic je žádoucí eliminovat přepravu zvířat v říji, neboť v průběhu transportu a ustájení ve společném kotci opět dochází k vysoké skokové aktivitě, která má stejné důsledky jako sociální souboje býků. Podle některých zahraničních studií je vyšší výskyt DFD masa v zimních měsících, v případě extrémních výkyvů počasí, dlouhodobého deště či chladu v období těsně před porážkou. Riziko výskytu této vady rovněž narůstá, pokud doba lačnění zvířat před porážkou přesáhla 20 hodin. Výskyt DFD masa ve studiích provedených v zemích EU a USA se pohybuje v rozmezí 3 až 5 %, maso s hodnotou pH vyšší než 5,8 pak bývá detekováno v intervalu 10–15 % pozorování.



SOUČASNÉ TRENDY V HODNOCENÍ JATEČNĚ UPRAVENÝCH TĚL SKOTU A MOŽNOSTI PREDIKCE UKAZATELŮ KVALITY MASA

Hodnocení jatečně upravených těl skotu

Jatečný skot představuje velmi různorodou skupinu zvířat, která se mezi sebou liší pohlavím (býk, kráva, jalovice, vůl), věkem (telata, mladý skot, dospělý skot), porážkovou hmotností, užitkovým typem (dojený skot, masný skot, skot s kombinovanou užitkovostí), plemennou příslušností (dojená plemena, masná plemena, různé typy kříženců), způsobem chovu nebo výkrmu (intenzivní výkrm, extenzivní výkrm s využitím pastvy) atd. Je tedy zřejmé, že i podoba jatečně upraveného těla (JUT) daná zastoupením jednotlivých partií a tkání bude velmi variabilní. Zároveň se budou lišit i základní parametry kvality masa jako je barva, množství intramuskulárního tuku nebo organoleptické charakteristiky. Z toho vyplývá nutnost zastoupení tkání v JUT, a v ideálním případě i kvalitu masa, hodnotit a toto hodnocení využít v obchodním vztahu mezi producentem a zpracovatelem jatečného skotu neboli při tzv. zpeněžování jatečného skotu. Některé relevantní informace však lze přenést až na úroveň finálního spotřebitele hovězího masa. Existuje celá řada systémů klasifikace a hodnocení JUT, které jsou založeny na subjektivním posuzování či objektivním měření různých charakteristik. I v této oblasti však dochází ke změnám a vývoji jednotlivých metod.

Systém (S)EUROP používaný v Evropské unii a v ČR

Jednotný systém klasifikace JUT skotu je v členských zemích EU zaveden od r. 1981 a je založen na informacích o hmotnosti JUT, kategorii JUT podle pohlaví a věku, a na vizuálním posouzení a stanovení třídy zmasilosti a protučnělosti. V současnosti jsou v EU povinně klasifikována JUT kategorií mladý skot (věk od 8 do 12 měsíců bez ohledu na pohlaví), mladý býk (býk ve věku od 12 do 24 měsíců), býk (býk ve věku od 24 měsíců), vůl, kráva a jalovice. Legislativně je dán i způsob úpravy jatečného těla. Podle stupně zmasilosti se JUT zařazují do 5 tříd (E, U, R, O, P), v některých zemích se využívá i třída S pro extrémně zmasilá JUT, a 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 týdně v ročním průměru poráží 150 a více kusů skotu.

V ČR se povinnost klasifikovat JUT skotu vztahuje na jatečné provozy porážející více než 20 ks skotu týdně v ročním průměru. 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. 2019



Obrázek 19: Klasifikace jatečně upravených těl skotu



Obrázek 20 Objektivní klasifikace JUT skotu systémem VBS 2000 – 2D snímek

byla klasifikace v ČR aplikována na celkem 46 porážkových místech a klasifikováno bylo 73 % 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 nezáměr o tuto praxi ze strany zpracovatelů i producentů jatečného skotu i přesto, že má potenciál systém více objektivizovat. Klasifikaci v ČR 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.

Nejvíce porážené a klasifikované jsou v ČR kategorie kráva a mladý býk, zatímco zvířat kategorií mladý skot a vůl je u nás poráženo jenom velmi málo. Populace skotu chovaného v ČR je velmi pestrá a sestává z řady plemen dojeného, kombinovaného a masného užitkového typu. Proto nepřekvapí, že při klasifikaci je plně využita celá škála tříd zmasilosti a protučnělosti, snad s výjimkou třídy zmasilosti S, která je určena výhradně pro extrémně zmasilá JUT



Obrázek 21 Objektivní klasifikace JUT skotu systémem VBS 2000 – 3D snímek

plemen s dvojitým osvalením, jako je belgické modrobílé, jejichž počty jsou však u nás velmi nízké. Nejvíce frekvencovanou třídou zmasilosti je u mladých býků R, u krav přibližně stejným dílem O a P. V protučnělosti je u mladých býků i krav nejvíce využívanou třídou 2. Z výsledků klasifikace dále vyplývá tendence, kdy do vyšších tříd zmasilosti jsou v průměru zařazována těžší JUT, u kterých došlo k výraznějšímu rozvoji osvalení hlavních masitých částí (kýta, hřbet, plec), které jsou pro zařazování do tříd zmasilosti rozhodující. Vyšší stupeň protučnělosti u těžších JUT souvisí obvykle i s vyšším věkem zvířat při porážce, kdy se ve větší míře ukládá podkožní i zásobní tuk.

Objektivní systémy klasifikace JUT skotu založené na analýze obrazu

Hlavní nedostatek klasifikace JUT skotu založené na smyslovém posouzení zmasilosti a protučnělosti spočívá v její subjektivitě. Vzhledem k tomu, že je prováděna člověkem, je mnohými vnímána jako nepřesná, nekonzistentní a ovlivnitelná. To někdy nedokáže zlepšit ani striktní a intenzivní kontrola klasifikace, což může vést ke ztrátě důvěry ve vztazích mezi producenty a zpracovateli.

Proto již od počátku zavedení jednotné klasifikace v EU existuje snaha o vyvinutí objektivních aparativních systémů, které by nepřesnosti způsobené lidským faktorem dokázaly eliminovat. Byla testována celá řada nejrůznějších metod,

ale pouze plně automatizované systémy založené na počítačové analýze digitálního obrazu (video image analysis; VIA) byly v EU dotaženy do praktické aplikace včetně zakotvení jejich využívání do příslušné legislativy v r. 2003. V současnosti je na jatkách EU v provozu hned několik různých klasifikačních systémů od různých firem, jejichž princip je však podobný. Např. u systému VBS 2000 německé firmy E + V Technology GmbH jsou na konci porážkové linky pořízeny dva snímky odlišně nasvícené půlky JUT. Z prvního 2D snímku (obrázek 20) jsou pomocí speciálního software extrahována data zahrnující lineární rozměry, úhly, plochy a barvy. Z druhého 3D snímku, kdy je JUT nasvíceno přes speciální mřížku (obrázek 21), jsou ze zakřivení horizontálních čar (stínů) odhadovány objemy partií jatečného těla. Na základě nich je pak pomocí regrese stanovena příslušná podtřída zmasilosti i protučnělosti. Metoda tedy v podstatě napodobuje práci živého klasifikátora, ale údaje lze využít i pro odhad indikátorů kvality jatečného těla jako je podíl zadní čtvrti nebo podíl masa, ale např. i pro měření barvy svaloviny.

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. Mezi další země, ve kterých jsou VIA systémy na některých jatkách v současnosti využívány, patří Dánsko, Velká Británie, Francie a Španělsko. Bude zajímavé sledovat, zda se některý z nabízených VIA systémů v budoucnosti uplatní i na českých jatkách.

Mezi hlavní nevýhody VIA systémů patří poněkud 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. 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 u způsobu hodnocení JUT prasat. Otázkou zůstává, jak by byl takto diametrálně odlišný postup přijat producenty skotu a zpracovateli hovězího masa.

Další systémy hodnocení JUT skotu

Evropský (S)EUROP systém klasifikace JUT je založen na odhadu výtěžnosti svaloviny a tuku a slouží především jako nástroj při zpeněžování skotu a obchodu s JUT. Avšak jak současné výsledky výzkumu ukazují, predikovaný podíl svaloviny a tuku v JUT nemusí konzistentně korelovat s finální senzoričkou kvalitou masa. V současnosti používaný (S)EUROP systém tedy nezohledňuje ukazatele kvality masa důležité z pohledu spotřebitele. Spolehlivé systémy garantující senzoričkou kvalitu masa na úrovni spotřebitele v Evropě chybí. Výjimkou jsou pouze některé privátní značky kvality jako např. Label Rouge ve Francii nebo Celtic Pride ve Walesu.

V zemích mimo EU existuje celá řada dalších systémů hodnocení JUT skotu, které vznikaly a jsou nadále vyvíjeny v souladu s požadavky místního trhu. Jedno však mají společné – ve svém principu se více orientují na kvalitativní znaky masa a preference spotřebitele, než je tomu u evropského (S)EUROP.

Příkladem může být systém hodnocení používaný v USA. Principem je oddělené hodnocení kvality JUT (Quality Grades) a výtěžnosti svaloviny z JUT (Yield Grades). Při hodnocení kvality jsou JUT tříděna podle očekávaných organoleptických vlastností, jako jsou křehkost, šťavnatost nebo chuť a vůně. Hodnoceními 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.

Unikátní a komplexní systém Meat Standards Australia (MSA) používaný v Austrálii je založen na predikci senzoricke kvality masa z odlišných partií JUT skotu na základě celé řady faktorů. MSA je tedy zaměřen především na finálního spotřebitele a byl vyvinut na základě rozsáhlých spotřebitelských senzorickech testů hovězího masa různého původu a při různé úpravě. Do systému mohou dobrovolně vstoupit producenti skotu, zpracovatelské podniky a obchodníci, kteří 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 senzoricke kvalitu masa. Po porážce jsou zaznamenávány údaje o hmotnosti JUT, pohlaví, použití povolených stimulantů růstu (mohou v některých případech působit negativně na senzoricke vlastnosti), způsobu zavěšení jatečného těla (zavěšení za pánevní kost má pozitivní vliv na křehkost masa při kratší době zrání), stupeň osifikace chrupavek v oblasti páteře (stupeň fyziologicke 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 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 původem 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 požadavky místních spotřebitelů. V následujícím období se bude Evropa rozho-

dotat, jakým způsobem se vyrovnat s rostoucími požadavky spotřebitelů na konzistentní senzoricke kvalitu masa. Zda bude zachován stávající model založený zejména na kvantitě a výtěžnosti, zda bude zavedena evropská verze australského MSA, nebo bude vyvinut zcela nový systém, který bude zahrnovat využití nových prvků a technologií.

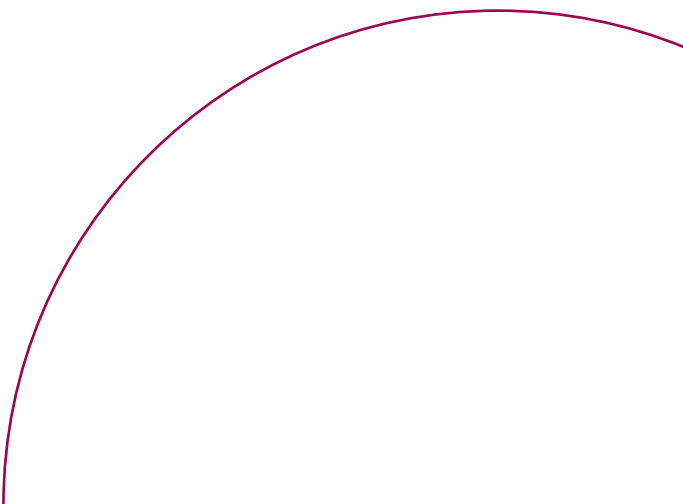
Nové metody využitelné při hodnocení kvality JUT skotu

Rychlý rozvoj technologií přináší nové možnosti, jak kvalitu JUT skotu hodnotit a predikovat, pokud možno přímo na porážkové lince. Podíl svaloviny, tuku a kostí v JUT skotu i dalších hospodářských zvířat lze úspěšně stanovit pomocí CT skenovacích technik. Podíl intramuskulárního tuku pak byl velmi přesně stanoven pomocí magnetické rezonance. Pro obě metody však platí, že cena a velikost přístrojů limitují jejich využití v praktickém provozu. Mohou však hrát významnou roli ve výzkumu a pro kalibraci jiných metod.

Jednou z dalších metod je využití metod počítačového vidění (computer vision). Do těchto metod patří výše zmíněné VIA metody komerčně využívané při klasifikaci JUT skotu v EU. Co se týká kvality masa, metody computer vision byly úspěšně aplikovány např. pro hodnocení barvy a mramorování masa, méně úspěšné byly dosud pokusy o odhad senzoricke vlastností.

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.

Metody hyperspektrálního snímání 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. Výzkumně byly pomocí této metody hodnoceny barva, pH, chemické složení anebo křehkost masa.



DOMÁCÍ PORÁŽKY SKOTU

Určitou alternativou zejména pro menší chovatele, jak si zajistit hovězí maso z vlastní produkce, může být i domácí porážka skotu. Ta má svá jasně definovaná pravidla. Domácí porážka skotu včetně telat byla v ČR do konce roku 2011 zakázána veterinárním zákonem (166/1999 Sb. – Zákon o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů). Od ledna 2012 vešla v účinnost novela č. 308/2011, která umožnila domácí porážku skotu mladšího 24 měsíců, avšak mohla být prováděna pouze v hospodářství chovatele, kterému bylo krajskou veterinární správou povoleno její provádění na základě písomné žádosti. Toto povolení mělo platnost tři roky a každá porážka musela být nejméně sedm dní před jejím provedením hlášena příslušné veterinární správě. K dalším výrazným změnám došlo s novelou veterinárního zákona č. 302/2017 a následně novelou č. 368/2019 (s účinností od 15. ledna 2020). Podle aktuálního znění zákona tak mohou být domácí porážkou poražena jatečná zvířata ve vlastním hospodářství chovatele s výjimkou skotu staršího 72 měsíců, koní, oslů a jejich kříženců. V případě domácí porážky skotu staršího 12 měsíců a mladšího 72 měsíců může chovatel porazit nejvýše 3 kusy ročně. To je jednou ze zásadních změn oproti předchozí novele, která omezovala množství poražených kusů skotu ve věku 24 až 72 měsíců. Maso a orgány skotu pocházející z domácí porážky jsou určeny pouze pro spotřebu osob tvořící domácnost chovatele (např. potomek, předek, sourozenec, manžel nebo partner, nebo osoba, žijící s chovatelem ve společné domácnosti). Produkty z domácí porážky nesmí být dále uváděny na trh, tedy nesmí být jiným osobám poskytnuty zdarma ani za úplatu. Maso a orgány jatečných zvířat z domácí porážky podléhají veterinárnímu vyšetření, stanoví-li tak krajská veterinární správa se zřetelem k nakažové situaci. Jak je patrné z grafu 8, podíl porážek skotu realizovaných mimo jatky od roku 2012 významně stoupl a představuje přibližně dvě procenta všech v ČR poražených kusů tohoto hospodářského druhu.

Domácí porážku skotu mladšího 72 měsíců je chovatel povinen písomně nebo prostřednictvím informačního systému Státní veterinární správy oznámit krajské veterinární správě nejméně 3 dny před jejím konáním. Pokud se domácí porážka neuskuteční, je chovatel povinen oznámit tuto skutečnost neprodleně krajské veterinární správě jedním ze způsobů uvedených výše.

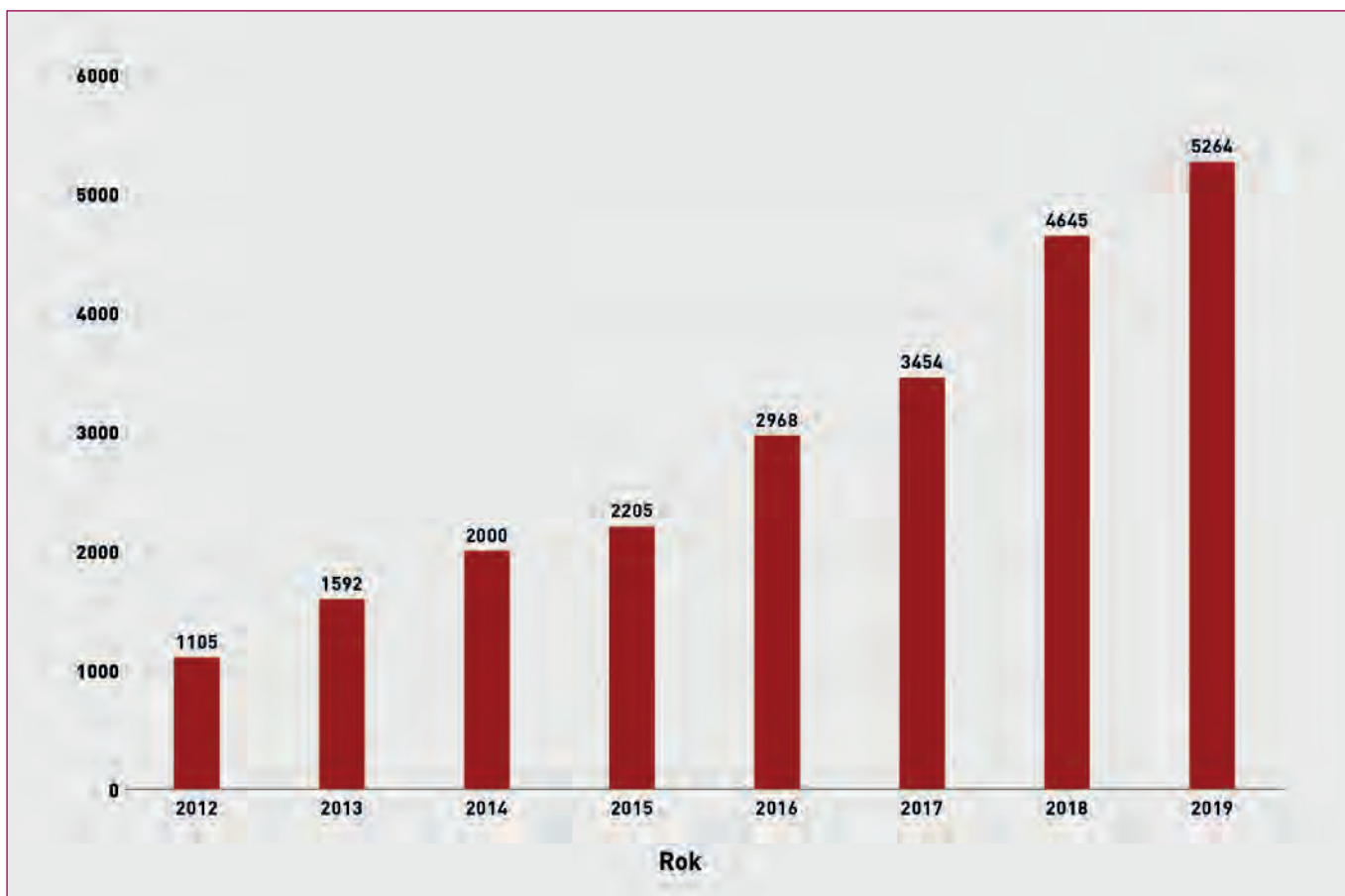
Povinnost předem oznámit domácí porážku skotu neplatí v případě domácí porážky jinak zdravého zvířete, pokud utrpělo zranění, které z důvodu respektování dobrých životních podmínek zvířat brání jeho přepravě na jatky. V tomto případě chovatel zajistí prohlídku zvířete soukromým veterinárním lékařem, vyžádá si od něj písomné prohlášení o zdravotním stavu zvířete a oznámí domácí porážku krajské veterinární správě písomně nebo prostřednictvím informačního systému Státní veterinární správy neprodleně po jejím provedení.

Chovatel v písomném oznámení uvede: své jméno a příjmení, datum narození, místo trvalého pobytu, popřípadě jinou adresu pro doručování, adresu a registrační číslo hospodářství, datum a čas provedení domácí porážky, počet, druh a identifikační čísla poražených zvířat, při porážení skotu také datum narození skotu a způsob zacházení se vzniklými vedlejšími živočišnými produkty, tj. nezpracovatelnými živočišnými odpady. Dále je vhodné uvést i telefonický nebo mailový kontakt na chovatele.

Přestože legislativa neupravuje způsobilost osob provádějících domácí porážku, tedy ji může provádět i chovatel, musí vždy postupovat v souladu se zákonem č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcích vyhlášek a nařízení rady (ES) č. 1099/2009 o ochraně zvířat při usmrcování.

Zásady jsou následující:

- skot musí být před usmrcením fixován; v případě vázání nesmí docházet ke škrcení nebo zraňování zvířete a musí být umožněno rychlé odváznutí zvířete; zvířata nesmí být fixována svázáním končetin do kozelce;
- poražení skotu vykrvením může být prováděno pouze po jeho omráčení zaručujícím ztrátu citlivosti a vnímání po celou dobu vykrvování; používat bodce nebo jiné nástroje se špičatými konci je zakázáno;
- vykrvování zvířete musí být zahájeno bezprostředně po jeho omráčení, přičemž musí být provedeno tak, aby vyvolalo rychlé a úplné vykrvení, a to dříve, než zvíře procitne z bezvědomí;
- jatečné zpracování zvířete před jeho vykrvením je zakázáno, před ukončením vykrvení se nesmí provádět žádný zpracovatelský úkon na vykrvovaném zvířeti.



Graf 8: Vývoj počtu domácích porážek v ČR

Dále je chovatel dle vyhlášky č. 136/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti označování zvířat a jejich evidence a evidence hospodářství a osob stanovených pleměnářským zákonem, povinen osobě pověřené vedením ústřední evidence nahlásit provedení domácí porážky do 7 dnů od jejího uskutečnění.

V případě, že chovatel nebo osoba provádějící domácí porážku zjistí neobvyklé změny na mase a orgánech nebo jiné změny, nahlásí je příslušné krajské veterinární správě v souladu s odst. 1 § 11 veterinárního zákona. V případě nesplnění nebo porušení povinností a požadavků na zabezpečení zdravotní nezávadnosti živočišných produktů při domácí porážce skotu se chovatel dopouští přestupku, za který může krajská veterinární správa udělit pokutu až 50 000 Kč.

Dále je také definována povinnost, jak nakládat s vedlejšími produkty živočišného původu (VPŽP). To musí být prováděno v souladu s požadavky nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě. VPŽP musí být při porážce zvířete uloženy do nepropustné a uzavíratelné nádoby a uloženy tak, aby nemohlo dojít k jejich zneužití do doby dalšího nakládání v místě nebo předání oprávněné osobě. Pokud nejsou VPŽP předány oprávněné osobě ke zpracování, předávají se svozně lince asanačního podniku s vyplněným obchodním dokladem, jehož kopie musí být chovatelem uchovávána po

dobu nejméně 2 let od provedení porážky. VPŽP se rozdělují do 3 kategorií:

Kategorie 1 je specifikovaný rizikový materiál-SRM. Za specifikovaný rizikový materiál se vzhledem ke statutu České republiky jako země se zanedbatelným rizikem výskytu BSE pokládá, pokud jde o skot, u zvířat starších 12 měsíců lebka kromě dolní čelisti, ale včetně mozku, očí, a míchy. SRM se vloží do nádoby označené jako kategorie 1 a znehodnotí se obarvením barvou.

Kategorie 2 jsou nevyprázdňená střeva a předžaludky včetně obsahu.

Kategorie 3 zahrnuje krev, kůži, vyprázdňená střeva a předžaludky, pokud nejsou využity v domácnosti chovatele (Obsahy předžaludků a střev mohou být využity k přímému hnojení na pozemku majitele). Dále ořezy nebo další živočišné materiály vznikající při opracování poráženého zvířete (například nohy včetně paznehtů, plíce, průdušnice, aorta, děloha, pohlavní orgány, jícn, bránice), pokud nejsou využity ke krmení masožravých zvířat, která jsou v době porážky chována v hospodářství původu poráženého zvířete.

Pokud se VPŽP nerozdělí do jednotlivých kategorií, lze je dohromady předat svozně lince asanačního podniku jako materiály kategorie 1, pokud tyto materiály obsahují SRM, nebo jako materiály kategorie 2, pokud neobsahují SRM ale obsahují nevyprázdňená střeva a předžaludky. V ostatních případech se jedná o materiál kategorie 3.

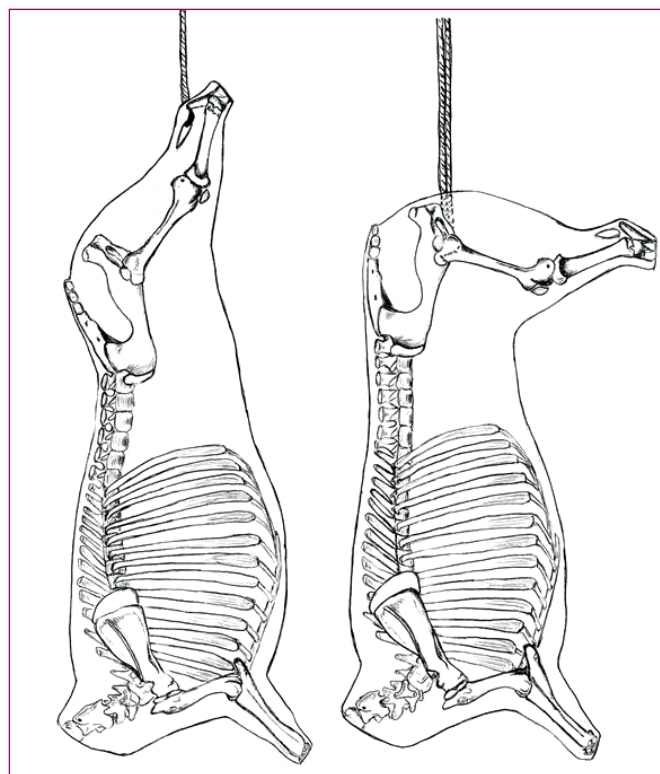
PÁNEVNÍ ZAVĚŠENÍ JATEČNÝCH TĚL SKOTU

Jednou z u nás relativně málo známých metod, přestože první studie byly publikovány ve světě již před padesáti lety, je tzv. pánevní zavěšení jatečných půlek skotu. Vede ke zlepšení texturní kvality ekonomicky nejucennějších partií masa, které pochází ze zadní čtvrti, tedy zejména svalů kýty a roštence. Při standardním zpracování JUT jsou jatečné půlky zavěšeny za Achillovu šlachy. V tomto zavěšení má jatečně upravené tělo pánevní končetinu směrem dozadu a nevykazuje normální muskulární konformaci stojícího zvířete (obrázek 22).

Páteř je méně roztažená, mírně zakřivená a stlačovaná. Dochází tedy ke zkracování nejdelšího zádového svalu (longissimus thoracis et lumborum – partie roštence). Rovněž svaly kýty se nenacházejí v přirozeném stavu. V případě zavěšení jatečné půlky alternativním způsobem za pánevní kost (otvor v pánevní kosti foramen obturatum), dochází ke stavu, kdy se jatečné tělo nachází ve více přirozeném uspořádání, jaké je blízké přirozeně stojícímu zvířeti. Hmotnost a napětí v zadní čtvrti, pokud není zavěšena za Achillovu šlachy, umožní svalům zaujmout uvolněnou pozici, což souvisí s narovnáním páteře do přirozeného stavu. Předchází se tak zkrácení svaloviny jak v roštenci, tak i u řady partií kýty. Tento způsob zavěšení jatečného těla má proto velký vliv na strukturu myofibril (svalových vláken) a proti tradičnímu způsobu se snižuje jejich průměr. Více natažené svaly vykazují delší sarkomery (základní funkční jednotky svalové kontrakce) a menší průměr svalového vlákna se projevuje v nižší síle, kterou je nutné vyvinout pro jeho přestřžení. Svalovina zadní čtvrti, která byla v průběhu postmortálních změn zavěšena pánevním způsobem, proto vykazuje vyšší křehkost, než je tomu u jatečných půlek zavěšených tradičním způsobem za Achillovu šlachy. Alternativní pánevní zavěšení je také do značné míry prevencí proti vadě masa označované jako „chladové zkrácení“, ke kterému může docházet u svalů kýty a roštence při velmi intenzivním zchlazování bezprostředně po porážce, zejména u těl s nízkým tukovým krytím.

Ve VÚŽV byl realizován experiment, jehož cílem bylo ověřit, jak pánevní zavěšení jatečných půlek ovlivňuje fyzikální a organoleptické vlastnosti masa. Pro experiment bylo využito šest jalovic plemene gasconne, které neměly perspektivu

dalšího uplatnění v chovu. Po dokrmení byly ve věku 24 měsíců poraženy v průměrné hmotnosti jatečně upraveného těla 272 kg. V průběhu jatečného opracování byla jatečně upravená těla standardním způsobem rozdělena na dvě poloviny, přičemž vždy jedna půlka byla zavěšena za Achillovu šlachy, zatímco druhá byla zavěšena za pánevní kost. Zavěšení obou půlek proběhlo do 45 min od omráčení a vykrvení, jatečná těla byla poté přesunuta do chladírny a při teplotě +2 °C skladována po dobu dvou dnů. V rámci jatečného rozboru byly z každé jatečné půlky odebrány vzorky nízkého roštence (longissimus lumborum) a kýty (sval biceps femoris – dolní šál a sval semitendinosus – váleček). U odebraných vzorků masa byly měřeny vybrané fyzikální vlastnosti a čtyři dny vyzrálé vzorky byly použity pro senzorkou analýzu grilovaného masa.

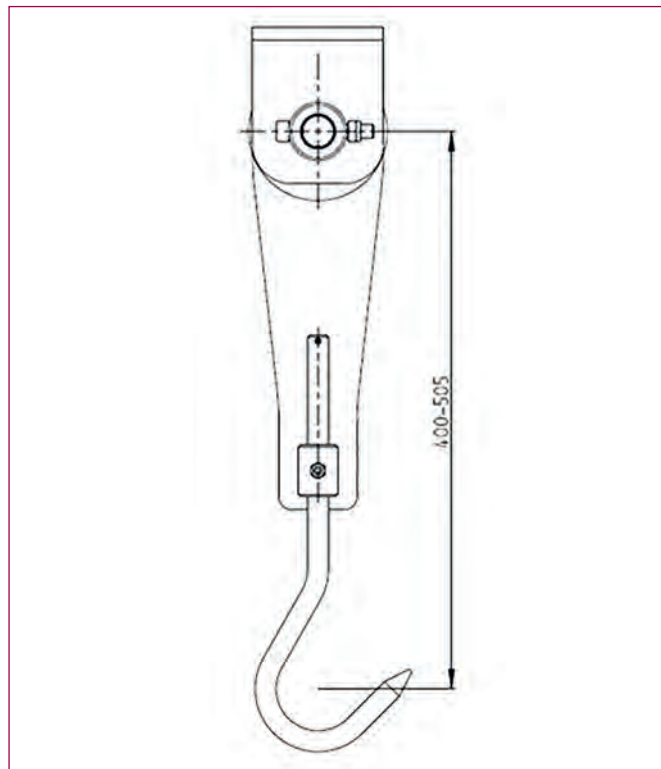


Obrázek 22 Tradiční zavěšení za Achillovu šlachy vlevo, vpravo zavěšení za pánev



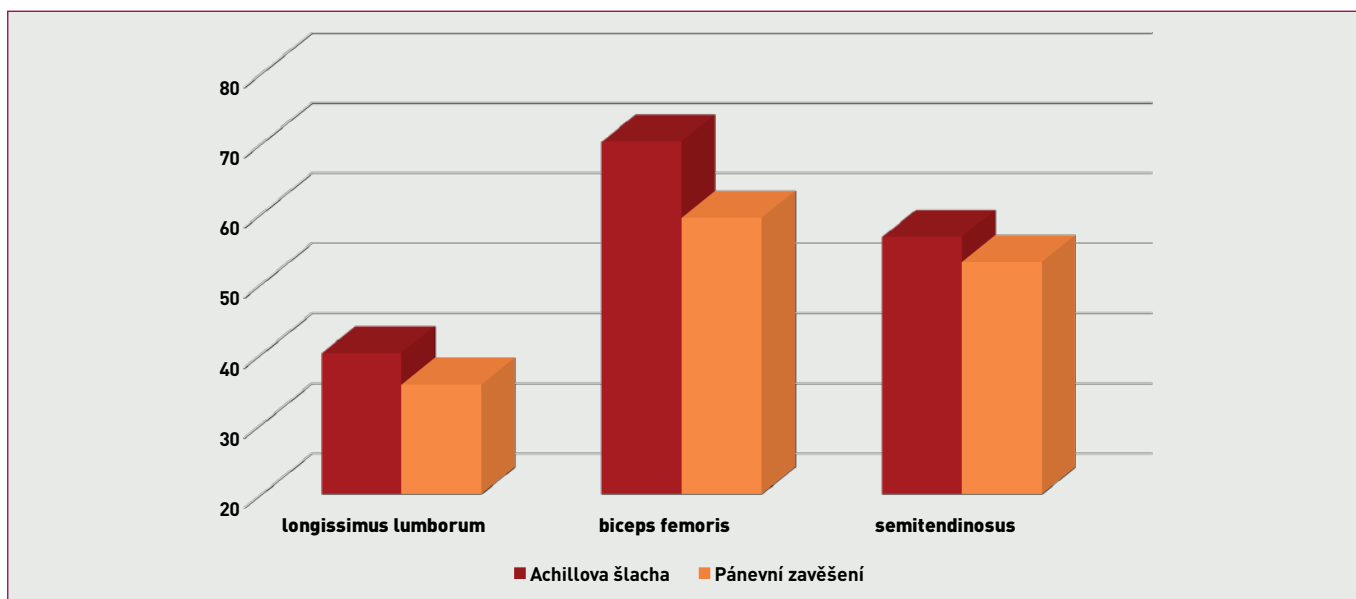
Obrázek 23 Jatečné tělo jalovice gasconne zavěšené po porážce oběma způsoby

Z výsledků práce je zřejmé, že u vzorků všech tří svalů z pánevně zavěšených půlek byly naměřeny nižší ztráty odkapem, ztráty mražením a grilováním. To demonstruje vyšší schopnost napínaných svalů udržet vodu, což je jeden z předpokladů pro dosažení příznivějších texturních charakteristik. Graf 9 znázorňuje rozdíly v instrumentálně měřené křehkosti masa prostřednictvím Warner-Bratzlerova nože. Vyšší vynaložená síla nutná k přestřížení tepelně upravených vzorků masa poukazuje na tužší maso. Z grafu je patrná vyšší křehkost u všech třech svalů, které byly zavěšeny alternativně za pánevní kost. Z výsledků hodnocení

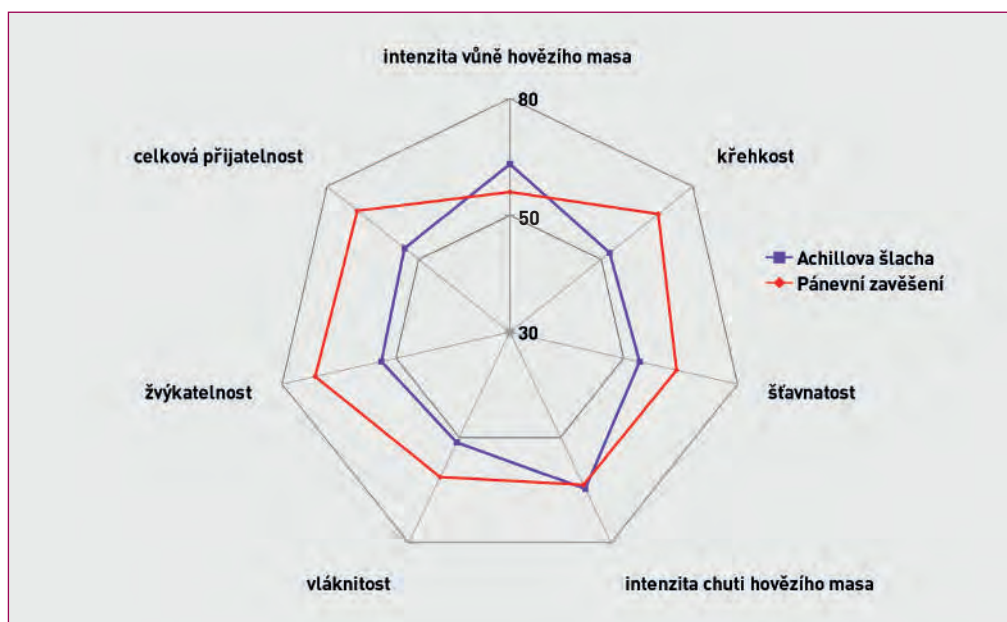


Obrázek 24 Návrh háku umožňující regulaci vzdálenosti jatečné půlky od závěsné dráhy

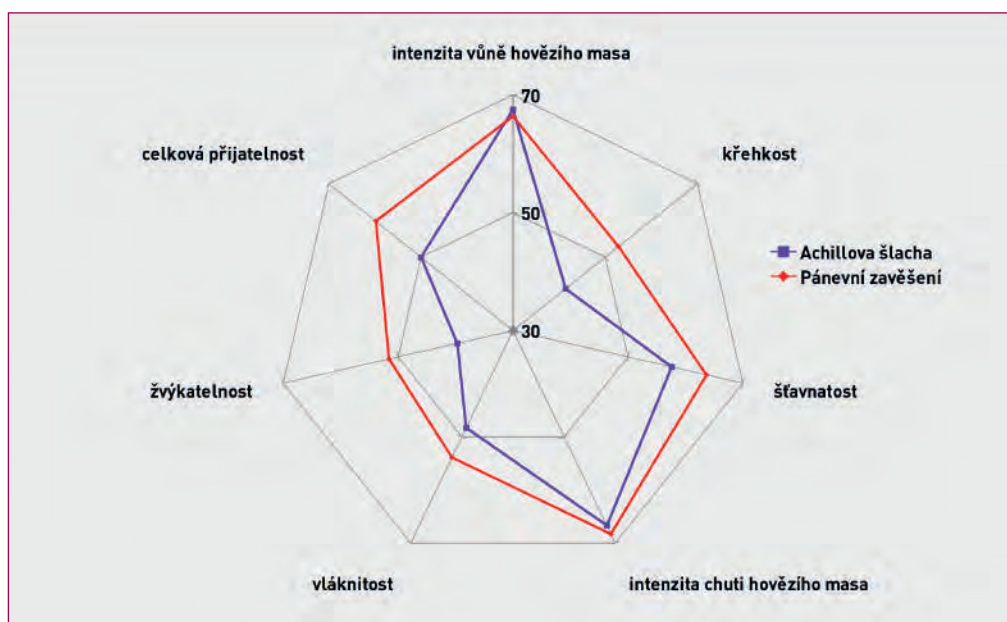
organoleptických vlastností (grafy 10, 11, 12) je zjevné, že příznivější charakteristiky textury masa byly zjištěny u vzorků z jatečných půlek s pánevním zavěšením. Kromě texturních ukazatelů byla panelem hodnotitelů ve všech případech příznivěji posuzována i celková přijatelnost, což je vlastnost, která vyjadřuje celkové preference hodnotitelů mezi anonymně předkládanými vzorky. Rozdíly byly poměrně výrazné u svaloviny nízkého roštěnce a dolního šálu, v případě masa z válečku byly menší. To souvisí s tím, jak rozdílně jsou při různém způsobu zavěšení jatečných půlek jednotlivé svaly stlačovány nebo naopak napínány.



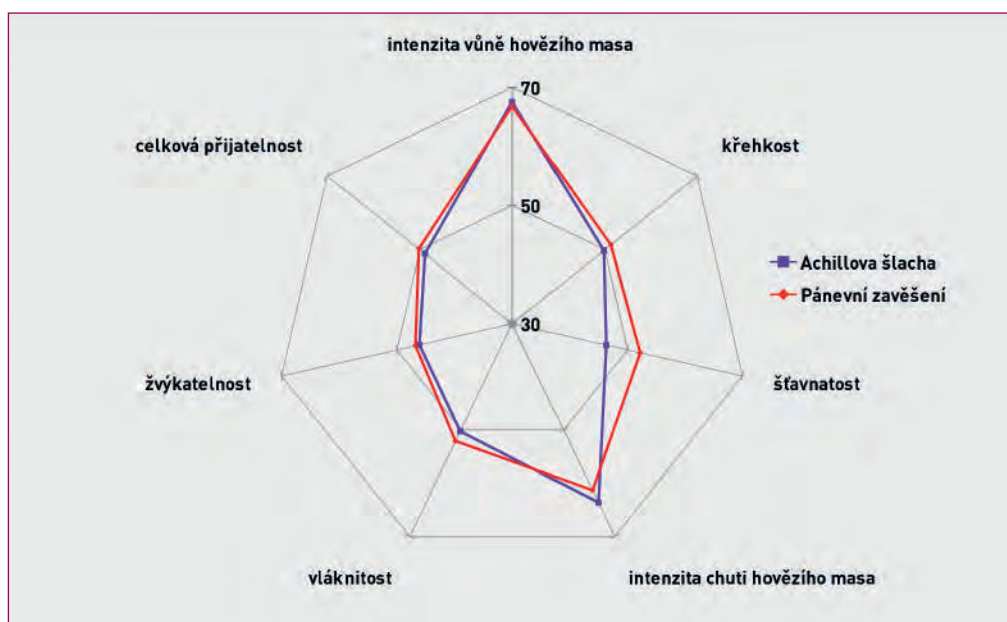
Graf 9: Instrumentálně měřená křehkost tří svalů v závislosti na způsobu zavěšení jatečné půlky (N)



Graf 10: Organoleptické vlastnosti svalu longissimus lumborum při různém způsobu zavěšení jatečné půlky



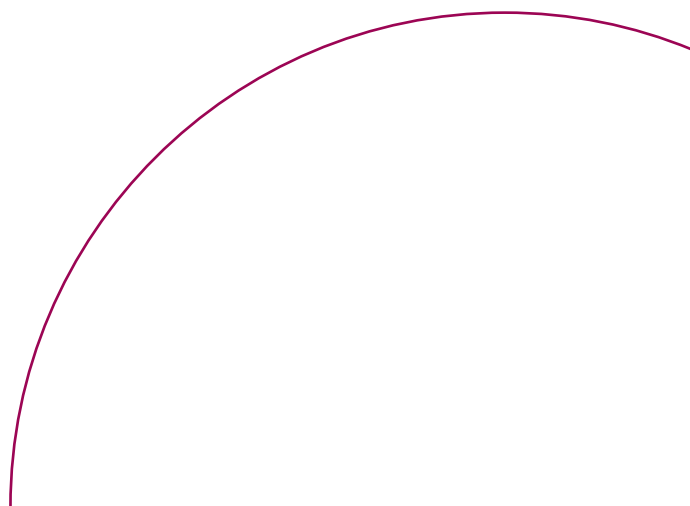
Graf 11: Organoleptické vlastnosti svalu biceps femoris při různém způsobu zavěšení jatečné půlky



Graf 12: Organoleptické vlastnosti svalu semitendinosus při různém způsobu zavěšení jatečné půlky

Při pánevním zavěšení jatečných půlek skotu vykazuje jatečné tělo odlišný tvar, než je tomu při klasickém zavěšení za Achillovu šlachu. To může způsobovat komplikace při posunu jatečně upravených těl po závěsné kolejnici ve stávajících jatečných provozech. Na základě vlastní analýzy byly proto ve VÚŽV vytvořeny nákresy inovativního háku na zavěšení jatečných půlek skotu s možností regulace výšky zavěšeného jatečného těla od závěsné kolejnice, tak aby jatečné tělo zavěšené za pánev mohlo být posunováno ve stávajících technologiích běžně instalovaných na jatkách (obrázek 24).

Pánevní zavěšení jatečných půlek skotu představuje nástroj, kterým lze zlepšit řadu ukazatelů textury masa, zejména křehkosti či šťavnatosti. Výraznější rozdíly mezi oběma způsoby zavěšení lze očekávat při kratší době zrání do deseti dnů. Pokud dochází k prodloužení zrání masa nad tři týdny, vliv způsobu zavěšení na kvalitu masa se z velké části stírá. Zavěšení jatečných půlek za pánevní kost se jeví jako vhodná alternativa v případě těžkých jatečných těl, kdy je efekt napnutí svalů díky vysoké hmotnosti výraznější. Rovněž může být vhodným řešením pro zlepšení kvality masa jatečných těl nižší kvality, u kterých lze očekávat méně křehké maso a u nichž není plánována dostatečně dlouhá doba zrání. Technika zavěšení jatečných půlek za pánevní kost má potenciál zkrátit požadovanou délku zrání masa u těch svalů, které představují ekonomicky nejhodnotnější partie jatečného těla.



ELEKTROSTIMULACE JATEČNÝCH TĚL SKOTU

Elektrická stimulace jatečných těl je ve světě jednou ze standardních technologií využívaných ve zpracovatelském průmyslu bezprostředně po porážce především u skotu, ovcí a případně i dalších větších přežvýkavců. Počátky průmyslového použití elektrostimulace pro zpracování masa sahají do 50. let 20. století, kdy byl roku 1951 ve Spojených státech podán patent na křehčení masa pomocí elektrické stimulace. Jejím hlavním účinkem je urychlení posmrtné glykolýzy s cílem rychle snížit pH masa. Ke komerčnímu použití dochází během 70. let, kdy je elektrostimulace využívána zejména jako nástroj k zamezení chladového zkrácení. Přestože se jedná o metodu ve světě poměrně rozšířenou, v českých podmínkách dosud nenalezla širšího uplatnění.

Podstata elektrostimulace spočívá ve schopnosti urychlit posmrtnou glykolýzu, která vede k poklesu hodnot pH prostřednictvím zrychleného vyčerpání dostupného svalového glykogenu. Obecně, v závislosti na rychlosti chlazení, je dosaženo u nestimulovaného masa konečného pH (5,5–5,6) ve svalu přežvýkavců během 24–48 hodin. Při použití elektrické stimulace lze této hodnoty dosáhnout jen několik málo hodin po smrti. Jak ukazuje graf 13, během elektrické stimulace dochází k prudkému poklesu pH a v této fázi je rychlost glykolýzy v porovnání s normálním vývojem posmrtné ztuhlosti – rigor mortis 100–150 krát vyšší. Následně, i ve fázi po skončení stimulace, je pokles pH přibližně 1,5–2krát rychlejší. Tento rychlý pokles pH vede k rychlejšímu nástupu posmrtné ztuhlosti a následně také k jejímu dřívějšímu odeznění.

Fyziologicky má elektrická stimulace za následek intenzivní uvolňování iontů vápníku (Ca²⁺) ze sarkoplasmatického retikula, které během svalové kontrakce aktivuje proteolýzu velmi důležité kalpains (endogenní proteázy). Během tohoto procesu je pH svalů asi 6,5 a teplota 30 °C což napomáhá intenzivní aktivitě kalpainů. Dochází také k narušení lysozomů, které vede k uvolňování katepsinů (lysozomální proteázy), rovněž urychlujících proteolýzu. Elektrostimulace zajišťuje vyčerpání adenosintrifosfátu (ATP), který tak není dostupný pro svalovou kontrakci. To slouží i jako prevence chladového zkrácení, tedy vadě masa, ke které dochází, pokud jsou jatečná těla intenzivně schlazena pod 10 °C,

příčemž pH je stále vyšší než 6 a ve svalovině se stále nachází ATP dostupný pro svalové kontrakce. Vystavení chladu způsobí poškození vápníkové pumpy a vyplavení Ca²⁺, což společně se stále dostupnou energií v podobně ATP poskytuje prostor pro silné svalové kontrakce vedoucí ke ztuhnutí masa. Podobně je tomu i v případě výskytu ztuhnutí masa po rozmražení (tzv. „thaw-rigor“), pokud je maso zmrazeno ještě před nástupem rigor mortis pod 10 °C. Po jeho rozmražení je opět dostupná energie pro svalovou kontrakci a maso se tak stává extrémně tuhé. Elektrická stimulace proto slouží jako prevence těchto případů.

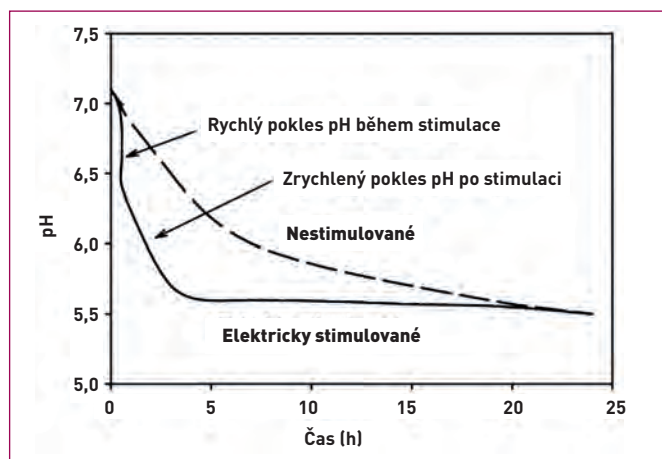
Podle druhu uplatněného napětí můžeme rozlišovat tři typy elektrostimulace: extra nízkonapěťová elektrická stimulace (napětí < 100 V), nízkonapěťová elektrická stimulace (někdy také ES středním napětím; 100–110 V), vysokonapěťová elektrická stimulace (> 110 V). Pro jednoduchost jsou však v literatuře často používány pouze dva hlavní typy elektrické stimulace (nízkým a vysokým napětím) s jasnou definicí použitého napětí. Kromě napětí existuje velká variabilita v intenzitě elektrického proudu, frekvenci impulsů, délce aplikace, typu a poloze elektrody, či časovém intervalu mezi porážkou a samotnou stimulací. Zvolené metody mají své kladné i záporné stránky. Elektrostimulace nízkým napětím je většinou využívána za předpokladu, že je krátká doba mezi vykrvením a stimulací (10–20 min). Počáteční investice je nízká a také je bezpečnější, vzhledem k ruční aplikaci je však poněkud pracná. Vzhledem k uvedeným faktorům jsou vhodnější do jatečných provozů s nižší kapacitou. Elektrická stimulace vysokým napětím poskytuje prostor pro delší časovou prodlevu mezi vykrvením a stimulací (až 60 min). Vyžaduje však značné kapitálové výdaje související s potřebou prostorových úprav na porážkové lince a rovněž zajištění bezpečnosti pracovníků. Zvolení adekvátní metody a jejích parametrů je závislé na živočišném druhu, stáří kusu, plemeni, ale i dalších faktorech. Jedním z nich je i fakt, že elektrostimulace se v některých státech, jako třeba Austrálii nebo Novém Zélandu, často používá i pro jiné účely než ke zlepšení křehkosti masa. V některých případech je prováděna ihned po omráčení ještě před vykrvením zvířete s cílem zamezit „škubavým“ pohybům pánevních končetin (klonické křeče) a zajistit tak bezpečnost pracovníků při vykrvování. Další možností je aplikace elektrické

Tabulka 9: Vliv elektrické stimulace s rozdílnými parametry na kvalitu masa.

Parametr	Skupina			
	Kontrola	A	B	C
	(bez stimulace)	(1 A; 1,55 ms; 27 s)	(0,55 A; 1 ms; 34 s)	(0,55 A; 2 ms; 20 s)
Síla stříhu WB (N)	72,5	54,3	58,1	58,0
Světlost (L*)	44,0	47,8	44,2	44,8
Ztráty varem (%)	29,5	30,9	30,3	31,6

stimulace bezprostředně po porážce, přičemž je zvýšena účinnost vykrvení a množství odebrané krve. Tato aplikace elektrické stimulace má rovněž pozitivní vliv na křehkost masa, protože nízkonapěťová stimulace účinně snižuje množství ATP, které je následně nedostupné pro svalovou kontrakci během chlazení. Dále se lze setkat s použitím elektrostimulace během stahování kůží, zejména pokud jsou používány automatické stahovací systémy. Zde je cílem elektrické stimulace zpevnění páteře zvířete, aby se zabránilo poškození míchy. Elektrostimulace se rovněž provádí v kombinaci se zavěšením jatečných půlek za pánevní kost, což rovněž pozitivně ovlivňuje texturní charakteristiky masa a může zkrátit potřebnou délku zrání.

Elektrická stimulace kromě křehkosti masa působí také na jeho další sensorické vlastnosti. O tom, zda spotřebitel zakoupí, případně i opakovaně, maso či masný produkt, rozhoduje řada faktorů. V případě výsekového masa se jedná především o vzhled masa a následně sensorické vlastnosti. Barva masa je z tohoto pohledu velmi významná, neboť je pro konzumenty indikátorem čerstvosti a zdravotní nezávadnosti. Bylo zjištěno, že u elektricky stimulovaného masa dochází k rychlejšímu zvyšování světlosti masa v porovnání s nestimulovanými kusy. To by mohlo být způsobeno schopností elektrické stimulace redukovat množství některých metabolitů, ale také vyšší rychlostí poklesu pH, což způsobí dřívější dosažení isoelektrického bodu myofibrilárních proteinů i následnou oxidaci myoglobinu. Primárním důvodem pro používání elektrostimulace je však zlepšení křehkosti, která je u hovězího masa velmi variabilní a zcela zásadním způsobem ovlivňuje kulinární přijatelnost. Není ovšem zcela jednoznačně objasněno, jak elektrická stimulace na zlepšení křehkosti masa působí. S nejvyšší pravděpodobností se jedná o kombinaci několika procesů. Ty zahrnují: aktivaci enzymů kalpainu, konkrétně μ -kalpainu, zodpovědnou za proteolýzu svalových proteinů; prevenci chladového zkrácení snížením koncentrace ATP a dalších vysokoenergetických fosfátů, ale také rychlým snížením pH v důsledku zvýšené intenzity glykolýzy. Další efekt přináší fyzické narušení (částečné popraskání) svalových vláken, nebo zvýšená aktivita lysozomálních enzymů a destabilizace kolagenních vláken. Pozitivní účinky potvrzuje řada stu-

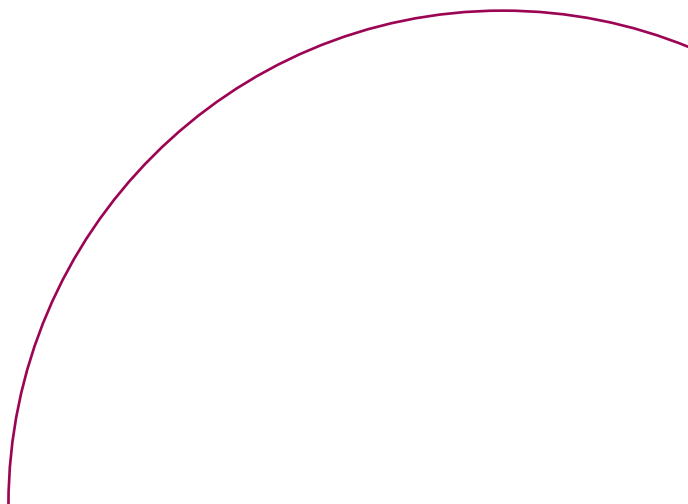


Graf 13: Pokles hodnot pH ve stimulovaném a nestimulovaném jatečném těle během 24 h po porážce.

dií. Například ve studii realizované čínskými autory byla provedena elektrostimulace jatečných těl skotu vysokým napětím (300 V, 15 Hz) s rozdílným proudem, šířkou pulsu a dobou působení (tabulka 9). Následně byl sledován vliv na vybrané parametry kvality masa. Stimulované skupiny měly ve srovnání s kontrolní skupinou nižší instrumentálně měřenou tuhost masa (síla stříhu Warner-Bratzlerovým nožem), světlejší barvu (L*), a to bez vlivu na hmotnostní ztráty při následné teplené úpravě varem.

Vliv elektrické stimulace byl sledován i ve vztahu ke šťavnatosti, což je další významná charakteristika texturní kvality hovězího masa. Výsledky studií se však poměrně značně liší, někteří autoři uvádí pozitivní efekt působení elektrické stimulace na šťavnatost masa, jiní účinek negativní nebo žádný. Tyto rozdíly mohou být způsobeny rozdílným stupněm narušení svalových vláken, ovlivněním konečného pH a dalšími faktory, které jsou závislé na použití jednotlivých forem elektrostimulace. Kromě toho může být vnímání šťavnatosti u tohoto masa ovlivněno množstvím intramuskulárního i podkožního tuku, neboť rychlý pokles pH u elektricky stimulovaného masa může ve spojení s izolačními vlastnostmi tuku negativně ovlivnit vaznost a další degradaci myofibrilárních proteinů.

Z dostupných studií i praktických zkušeností je však jasné, že elektrostimulace významně přispívá nejen ke zlepšení kvality masa, ale rovněž k zefektivnění práce a snížení nákladů při procesu výroby kvalitního hovězího masa v řadě podniků zpracovatelského průmyslu. Zrychlení nástupu posmrtné ztuhlosti urychluje počátek zracích procesů, přispívá ke snížení hmotnostních ztrát v průběhu skladování, vede ke zlepšení křehkosti, přijatelnosti barvy masa, může urychlit či usnadnit některé pracovní úkony, snížit riziko výskytu chladového zkrácení a může přinést i další benefity. Tyto výsledky jsou však ovlivněny řadou faktorů působících před i po smrti zvířete a nevhodné použití elektrické stimulace může vést i ke zhoršení těchto vlastností. Proto dochází k neustálému zkoumání a vývoji jednotlivých metod a parametrů elektrostimulace s cílem najít ideální podmínky pro konkrétní technologické řešení, které zaručí dosažení požadovaných výsledků u jednotlivých živočišných druhů a jejich kategorií.



BOURÁNÍ – VYKOSTĚNÍ ZA TEPLA

Pokud dochází k bourání jatečného těla (dělení jatečného těla na menší celky, jejich úpravě a vykostování) do 1 hodiny po porážce, tedy před vychlazením a nástupem rigor mortis, jedná se tzv. bourání za tepla (hot boning). Na rozdíl od běžně používaného bourání za studena (obvykle nejdříve po 24 hodinách chlazení), je při tomto způsobu zpracování dosahováno vyšší výtěžnosti masa v důsledku snížení ztrát hmotnosti a snazšího a rychlejšího zchlazení masných partií z důvodu větší zchlazované plochy. Je také popisována vyšší vaznost masa. Rovněž jsou kladeny nižší nároky na skladovací prostory, takže může být vhodnou alternativou zpracování a skladování masa v malých provozech nebo při domácích porážkách. Jako další výhoda je uváděn jednodušší a rychlejší proces vykostění. Na druhou stranu jsou pozorovány i určité negativní aspekty tohoto způsobu, jako je především nižší křehkost masa související s kratšími sarkomerami a také tmavší barva masa. Studie, která se zabývala vyhodnocením rozdílů různého způsobu vykostění pěti nejhodnotnějších partií na organoleptické vlastnosti masa, porovnávané prostřednictvím konzumentského testu, zjistila řadu rozdílů. Maso z vysokého roštěnce, květové špičky či svíčkové z jatečných půlek, které byly vykostěny za studena dosáhlo příznivějšího hodnocení pro křehkost, chuť či celkovou přijatelnost, u masa z nízkého roštěnce či horního šálu však tyto rozdíly nebyly jednoznačné.

POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY V MASE

Zrání masa

Maso hospodářských zvířat představuje poměrně složitý biologický systém, ve kterém i po porážce probíhá celá řada biochemických a fyzikálních procesů. Tyto procesy jsou souhrnně označovány jako „zrání masa“. Ve svém důsledku vedou k přeměně svaloviny zvířat v maso se všemi svými typickými technologickými a organoleptickými charakteristikami a jejich průběh je pro finální kvalitu masa často významnější než některé předporážkové faktory. Je všeobecně známo, že u hovězího masa je doba od porážky do stádia dosažení optimálních organoleptických vlastností masa výrazně delší, než je tomu u ostatních hospodářských zvířat. Postmortální změny jsou zahájeny v okamžiku usmrcení zvířete, kdy náhrada aerobních procesů v buňkách svalové tkáně vede ke zvyšování koncentrace kyseliny mléčné ve svalovině, což se projevuje poklesem pH. Je tak nastartován proces, který vede k fragmentaci dlouhých řetězců bílkovin, což se ve svém důsledku projevuje ve zlepšování texturních charakteristik tepelně upraveného masa.

Pro hovězí maso je specifická poměrně vysoká variabilita textury, přičemž křehkost jako jeden z jejích ukazatelů představuje zcela zásadní vlastnost určující míru přijatelnosti pro spotřebitele. Celý proces přeměny svaloviny na maso lze rozdělit do tří fází. V první fázi označované jako stadium pre-rigor (doba před dosažením posmrtné ztuhlosti) je ovlivněna tuhost masa především obsahem kolagenu, ve druhé fázi rigor mortis (posmrtná ztuhlost) jsou změny v textuře dány zejména rozsahem zkrácení svalových vláken, zatímco v poslední fázi nazývané jako vlastní zrání masa dochází ke zvyšování křehkosti v souvislosti s celou řadou strukturálních změn. Významnou úlohu hraje i v této fázi množství a struktura kolagenu i stupeň zkrácení svalových vláken, ale na samotném procesu zrání se stále více začínají uplatňovat další faktory jako je teplota, druh svalu či genotyp jedince. Dochází ke ztrátě tuhé konzistence a maso se stává křehčím. Významnou roli hrají aktivované endogenní proteolytické enzymy (kalpains, katepsiny, kaspázy), které jsou odpovědné za degradační proces svalových vláken.

Kromě změn v textuře dochází i ke změnám v dalších sensorických charakteristikách, jako je například vůně, chuť

či barva. To souvisí se zvyšováním koncentrace celé řady aromaticky i chuťově aktivních látek v důsledku degradačních procesů. V literatuře se uvádí, že u masa z roštěnce intenzivně vykrmovaných býků byla nejvyšší intenzita vůně typická pro hovězí maso identifikována sedm dnů po porážce, avšak s prodlužující se dobou zrání se tato charakteristika snižovala. Dále bylo zjištěno, že nejvyšší intenzita chuti hovězího masa z nízkého roštěnce byla dosažena po uplynutí 14 dnů od porážky, zatímco v následném období se snižovala. Naopak vzrůstala intenzita abnormální chuti, která, svého vrcholu dosáhla ve 42 dnech od porážky, tedy po uplynutí nejdelší testované doby zrání.

Další práce byla zaměřena na hodnocení prodloužené doby zrání 21 až 84 dnů prostřednictvím velkého počtu netrénovaných hodnotitelů. Z výsledků vyplývá, že křehkost, šťavnatost i příjemnost chuti byly nejlépe hodnoceny již v průběhu prvních 35 dnů od porážky. Přes uvedená zjištění převládá u některých tuzemských konzumentů názor, že vysoká kulinární hodnota je dosažena u hovězího masa, když je umožněn dostatečně dlouhý interval mezi dobou porážky a kulinární úpravou, přičemž další předporážkové faktory nehrají takovou roli. V řadě publikovaných studií je pozornost zaměřena na hodnocení doby zrání pouze u nízkého nebo vysokého roštěnce. Stále tedy zůstává nezodpovězena otázka, jaká je optimální délka zrání hovězího masa z dalších partií jatečného těla, aby křehkost i další texturní charakteristiky masa byly pro konzumenty přijatelné, ale zároveň aby nedocházelo k nežádoucímu výskytu abnormálních vůní a chutí. Z ekonomického hlediska je důležitým faktorem i rozsah hmotnostních ztrát, ke kterým v průběhu zrání masa nutně dochází.

Zchlazování masa

Obvyklý způsob zpracování hovězího masa v tuzemských podmínkách představuje porážku zvířat a následné umístění jatečných půlek skotu do chladíren. Podle typu uplatněné technologie v daném jateckém provozu existují různé způsoby zchlazení jatečných těl lišící se v intenzitě proudění vzduchu, teplotě a vlhkosti, případně i v tom, zda je proces rozdělen jen do jedné či více fází. Nejčastěji se využívá chlazení vzduchem, přičemž se uplatňují tzv. rychlozchlazovny nebo ultrarychlé (šokové) zchlazování masa. Z hlediska

probíhajících postmortálních procesů a vlivu na texturu masa není nutné chladit maso co nejrychleji. Důvodem pro rychlé zchlazení je především prodloužení údržnosti masa a omezení rozvoje nárůstu mikrobiální obsádky, kterou je jatečné tělo kontaminováno v průběhu jatečné úpravy. Vysoká rychlost zchlazení je rovněž vhodná pro dosažení nízkých hmotnostních ztrát při tomto procesu. Proces chlazení je limitován celou řadou faktorů, rozhodující roli ale hraje velikost jatečných půlek a množství tukové tkáně, která jatečné tělo pokrývá. Při nastavení chladících systémů je rovněž nutné respektovat fakt, že při dlouhodobějším vystavení jatečných těl teplotě nižší než $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dochází k zmrznutí libové svaloviny. To je nežádoucí jev, který by se nepříznivě projevil ve změnách vzhledu i kvality masa. Pro zamezení hmotnostních ztrát jsou v některých zahraničních provozech rozvíjeny alternativní systémy, které pro chlazení využívají rozprašování vody. Při tomto způsobu je na jatečné půlky rozprašována pitná voda o teplotě $3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oproti hmotnostním úbytkům přibližně 2 % v průběhu prvních 24 hodin při klasickém způsobu chlazení je možné tímto způsobem ztráty výrazně snížit.

V tuzemských zpracovatelských podnicích se obvykle jatečná těla skotu po zchlazení během několika následujících dnů dále bourají na menší technologické partie. Málkové provozy disponuje kapacitou umožňující skladovat jatečné půlky po dobu delší než týden. Takový systém vyžaduje velkou kapacitu chladícího prostoru členěného na oddělené a samostatně uzavíratelné části, ve kterých je možné regulovat podmínky prostředí. Skladování jatečných těl s rozdílným termínem porážky není vhodné, protože přidávání dosud ne zcela vychlazených půlek k dříve poraženým a již teplotně stabilizovaným jatečným tělům zvyšuje riziko nadměrné mikrobiální kontaminace spojené s osliznutím masa.

Způsoby zrání masa

Podle způsobu skladování masa v průběhu zrání jsou rozlišovány dvě základní metody. Za nejrozšířenější můžeme považovat tzv. „mokré zrání“, při kterém je maso po rozbourání jatečných půlek vakuově zabaleno do uzavřeného plastového obalu, ze kterého je odstraněna většina vzduchu (obrázek 25). U kvalitních na trhu dostupných zařízení



Obrázek 25: Mokrě zráná masa

je deklarovaná schopnosť pri procese balení odstrániť až 99,9 % vzduchu. Maso môže byť zabalené vo väčších kusoch až po jednotlivé porce, a preto môže proces zránia probíhať i v průběhu predeje, distribuce či skladování. Výhodou je snádnosť manipulácie, nákladová efektívnosť alebo méně náročné požadavky na prostredie během zránia. Jako negatíva tohoto způsobu bývá často uváděn vliv na senzoričké vlastnosti. Skladování v přítomnosti masové šťávy, která je z masa vylučována, může být důvodem vnímání některých vlastností (kyselá, kovová či krvavá vůně a chuť), které si konzumenti obvykle nespojují s příjemnými zážitky.

Naproti tomu při tzv. „suchém zrání“ jsou nebalené jatečné půlky či čtvrti, ale také jednotlivé jatečné partie nebo samostatné svaly, umístěny v prostředí chladicího zařízení, ve kterém jsou kromě teploty kontrolovány také vlhkost a intenzita proudění vzduchu. Mezi největší přednosti této metody patří vyšší stupeň rozvoje křehkosti i dalších texturních charakteristik. V průběhu procesu zránia se odpařuje voda, dochází ke zvyšování obsahu všech složek sušiny, tedy i ke koncentraci extraktivních látek. To má při tepelné úpravě za následek intenzivnější rozvoj vůně a chuti. Některé literární zdroje popisují jako hlavní efekt suchého zránia odstranění nepříjemné kovové chuti typické pro zránia v plastovém obalu, a naopak zvýraznění koncentrované téměř oříškové, pražené nebo dokonce máslové chuti. Mezi nevýhodami je pak nutné zmínit výrazně vyšší nároky na způsob skladování masa, hygienu prostředí a skutečnost, že v průběhu zránia dochází k výrazně větší hmotnostní ztrátě v souvislosti s tím, jak maso vysychá. Na povrchu svaloviny, která je v přímém kontaktu se vzduchem, navíc dochází k vytváření krusty, která musí být před samotnou tepelnou úpravou odstraněna. Vzhledem k vyšším nárokům na skladovací prostředí a vyšším ztrátám lze suché zránia doporučit spíše u partií, které jsou dále využity pro přípravu steaků a dalších minutkových pokrmů. Naproti tomu pro maso nižší kvality, tedy výrobní nebo přední maso, které je určeno spíše pro jiné než výše uvedené kulinární produkty, pokud se vůbec nechává vyžrát, je uplatňováno mokré zránia ve vakuovém obalu. Je výhodné, pokud suché zránia probíhá ve větších celcích včetně přítomného tukového či vazivového krytí, protože se minimalizují ztráty odparem. Partie jako vysoký a nízký roštěnec jsou ponechávány vyžrát nevykostěné včetně páteře. To rovněž značně snižuje hmotnostní úbytek.

Na druhou stranu ale zde existuje riziko rozvoje určitých skupin mikroorganismů, jako jsou například plísně či kvasinky, neboť jatečné partie mohou být při půlení kontaminovány úlomky kostí. Pro úspěch tohoto procesu je tedy nezbytné docílit nižší teploty v rozmezí 0–2 °C a dostatečné proudění vzduchu o relativní vlhkosti nižší než 85 %. Pro zránia masa v menším množství, např. pro potřeby menších chovatelů, zpracovatelů, restaurací či prodejen se mohou využívat tzv. zrací skříně, které umožní dosažení optimálních podmínek skladování (obrázek 26).

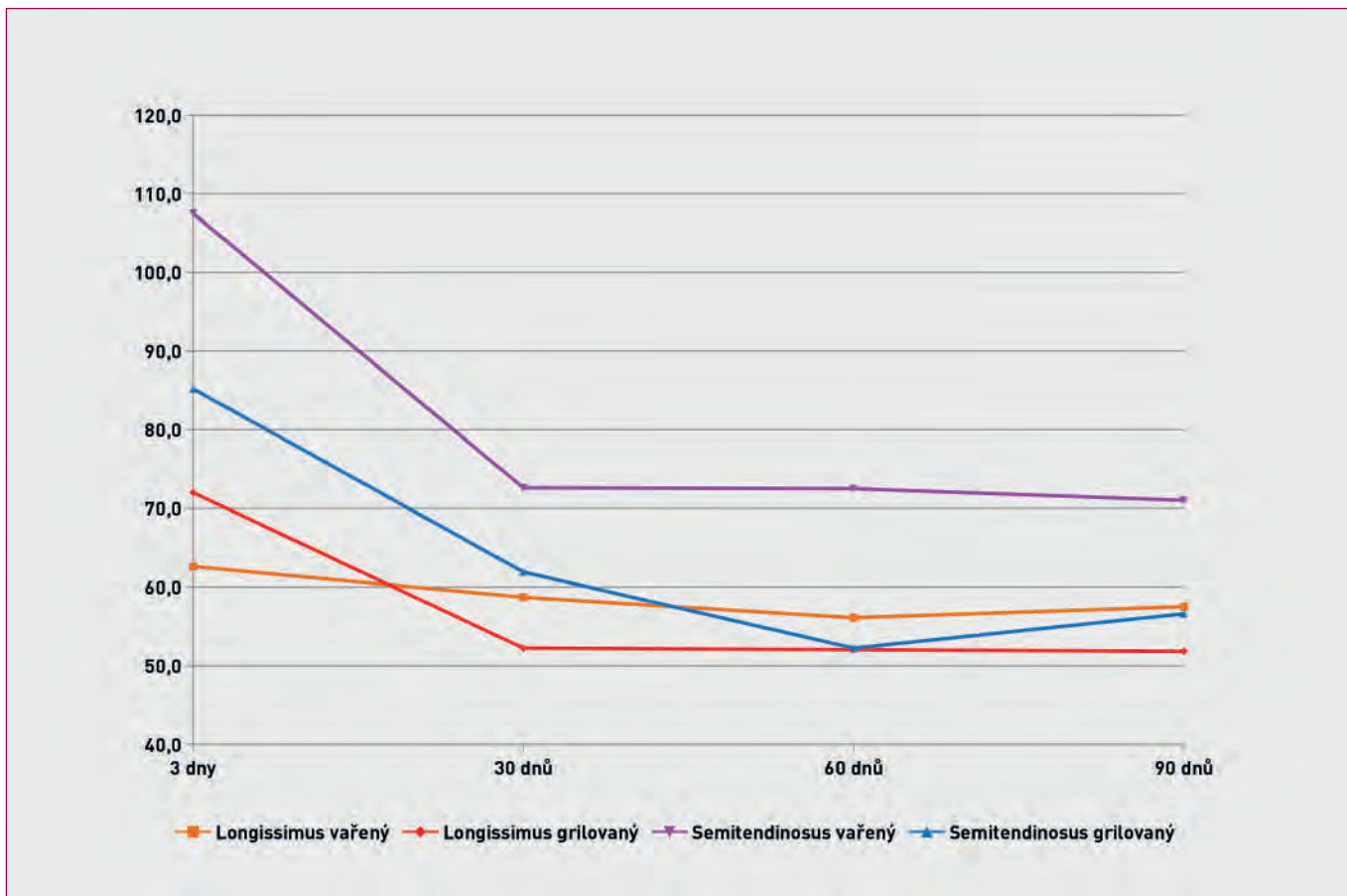
Jelikož je proces suchého zránia značně náročný na podmínky prostředí a dochází při něm k výrazným ztrátám, lze využít i způsob, ve kterém jsou obě metody zránia kombinovány. Po počáteční fázi suchého zránia v období dvou až tří týdnů je maso zpracováno na jednotlivé porce, které jsou následně vakuově zabaleny a dále distribuovány k přímé spotřebě. Maso, které bylo v první fázi mírně vysušeno, již do plastového obalu uvolňuje jen minimum masové šťávy. Tento postup vede k zajištění výhod obou způsobů zránia, kdy dochází ke zintenzivnění organoleptických vlastností a zároveň po zabalení do vakua je možné maso jednoduše distribuovat.

Semipermeabilní obaly

Ve snaze eliminovat negativní vlastnosti obou základních způsobů zránia jsou intenzivně vyvíjeny tzv. semipermeabilní neboli částečně propustné plastové obaly. Způsob využití je stejný jako u klasického mokrého zránia. Obaly se však liší v propustnosti pro molekuly vody a některých plynů. Tímto způsobem jsou tak částečně eliminovány negativní senzoričké vlastnosti spojované s mokřím zráním. Pokud bylo srovnáváno maso, které prošlo suchým zráním a maso v semipermeabilních obalech skladované po dobu tří týdnů, bylo zjištěno, že grilované steaky vykazují srovnatelné organoleptické vlastnosti, přesto že úbytek hmotnosti je přibližně o jednu čtvrtinu nižší. Množství mikroorganismů detekované na obou sledovaných způsobech zránia masa bylo srovnatelné, v případě zránia v polopropustném obalu bylo zjištěno nižší množství kvasinek. Přestože tento způsob zránia masa dosud nenalezl širšího rozšíření v tuzemských podmínkách, lze jej považovat za perspektivní, neboť může při výrazně snazším způsobu skladování docílit srovnatelných parametrů jako při suchém zrání.



Obrázek 26: Suché zrání masa ve zrací skříní

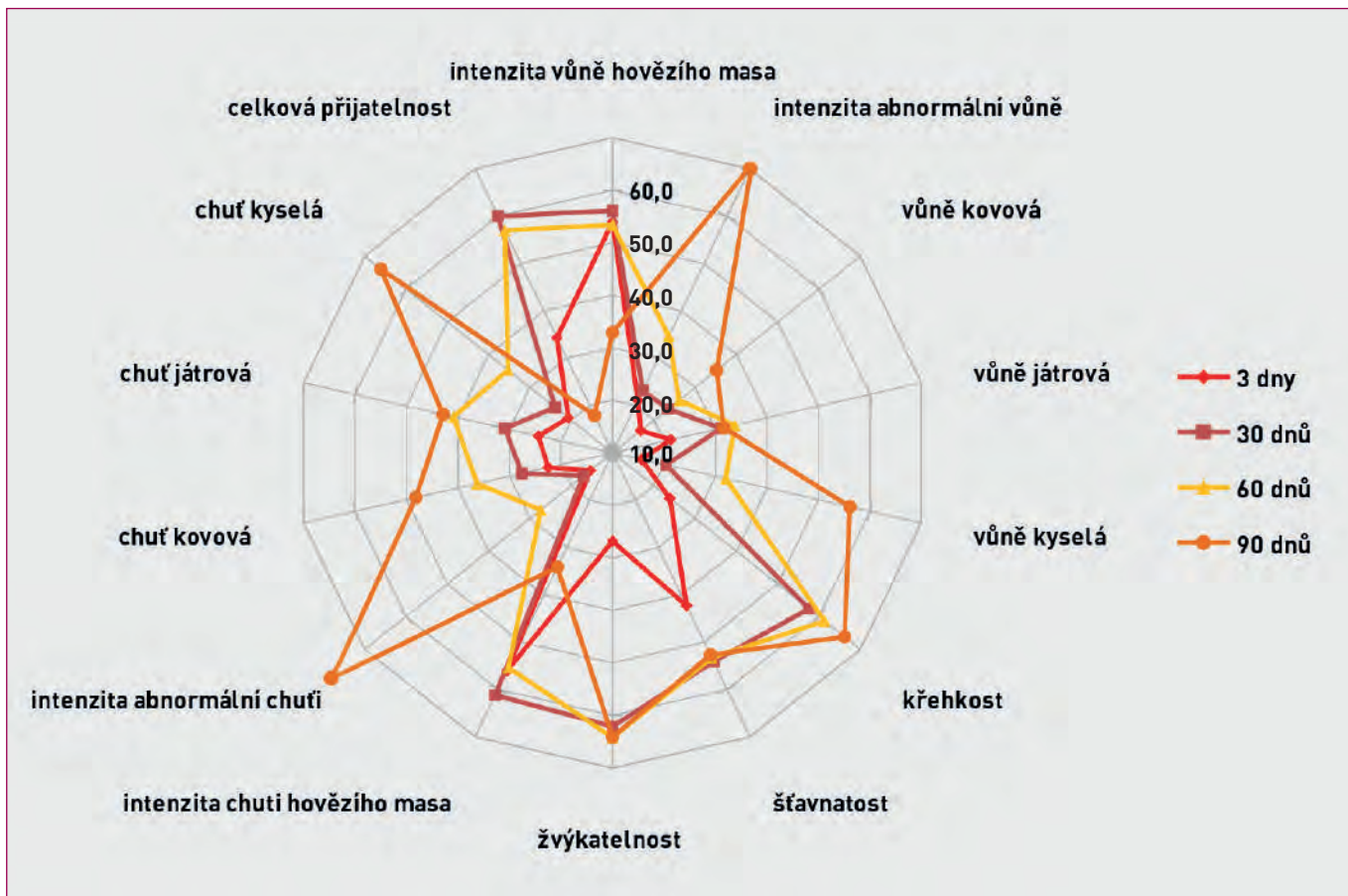


Graf 14: Vývoj instrumentálně hodnocené křehkosti u vařeného a grilovaného masa v průběhu zrání (N)

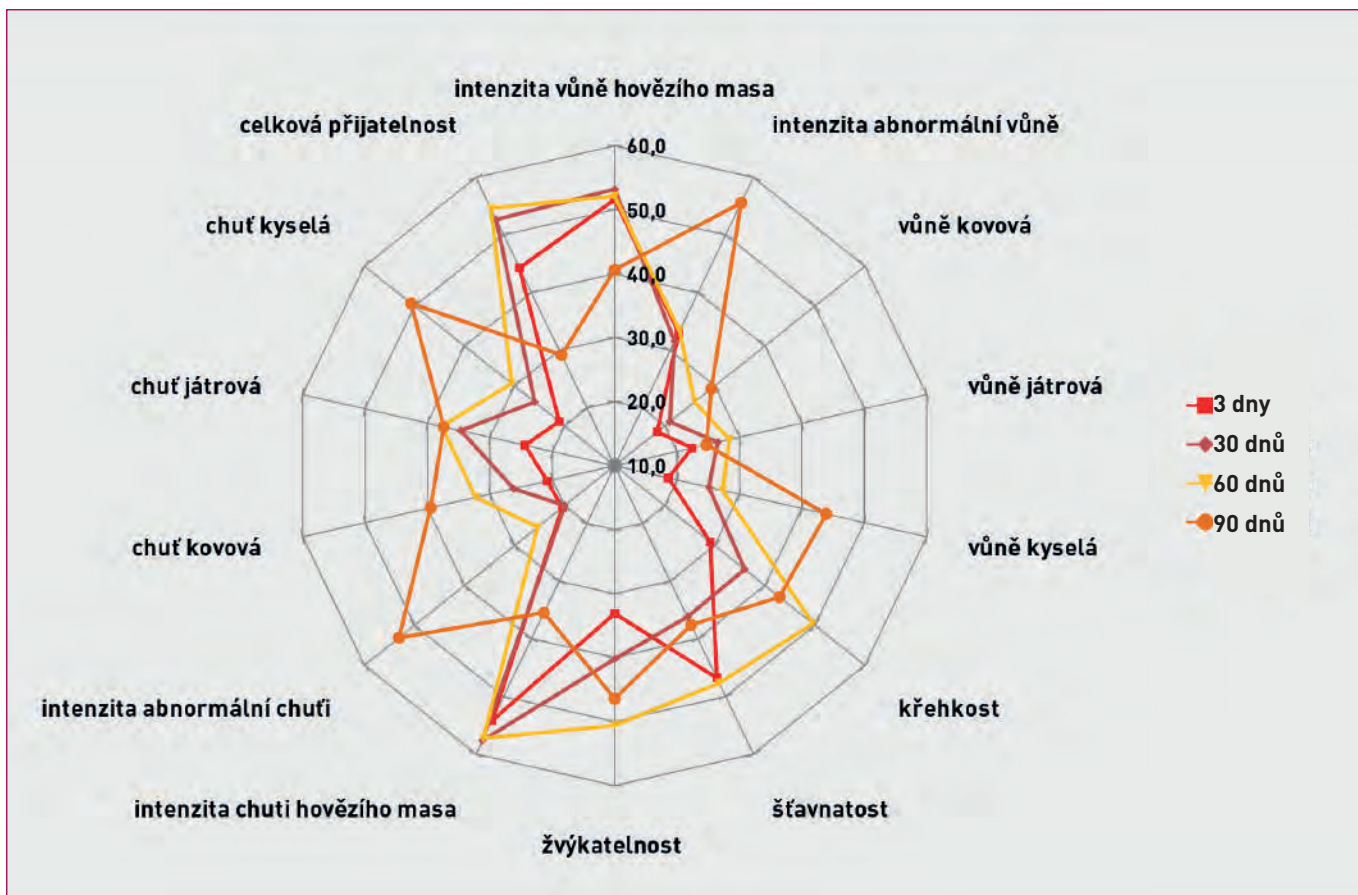
Experiment

Ve VÚŽV byl realizován pokus, který si kladl za cíl vyhodnotit organoleptické a fyzikální vlastnosti při odlišných intervalech zrání masa. Hodnoceno bylo maso šesti jalovic, kříženek po otcích plemene masný simental, pocházejících ze stáda krav bez tržní produkce mléka poražených ve věku 22 měsíců po dosažení průměrné hmotnosti jatečného těla 272 kg. Tři dny po porážce byly odebrány vzorky svaloviny nízkého roštěnce (sval longissimus lumborum) a válečku (semitendinosus) – sval z kýty. Tyto partie byly zvoleny díky své odlišné charakteristice, známým rozdílům v textuře i různému kulinárnímu využití, kdy roštěnec představuje maso vhodné k minutkové úpravě, nejčastěji jako steak, zatímco zadní maso z válečku je obvykle upravováno pečením. Testovány byly doby zrání 3, 30, 60 a 90 dnů a vzorky byly skladovány při +1 °C vakuově zabalené v plastovém obalu (mokrý zrání). Z výsledků měření fyzikálních vlastností vyplývá, že s prodlužující se dobou zrání docházelo ke zvyšování instrumentálně hodnocené křehkosti masa (graf 14), ale také k nárůstu ztrát varem a skladováním. Se zvyšující se dobou zrání masa ve vakuovém obalu se rovněž zvýrazňovala jeho červenost. Texturní charakteristiky masa zjišťované při senzorycké analýze (grafy 15 a 16) byly nejlépe hodnoceny u doby zrání 30 a 60 dnů. U masa zrajícího po dobu 90 dnů byl shodně u obou svalů pozorován nejvyšší výskyt abnormální vůně i chuti. Nejvyšší celková přijatelnost byla u nízkého roštěnce zjištěna v době 30 dnů od porážky, zatímco u masa z válečku bylo optimum nalezeno v době zrání 60 dnů. Z výsledků práce vyplývá, že k nejvýraznějším

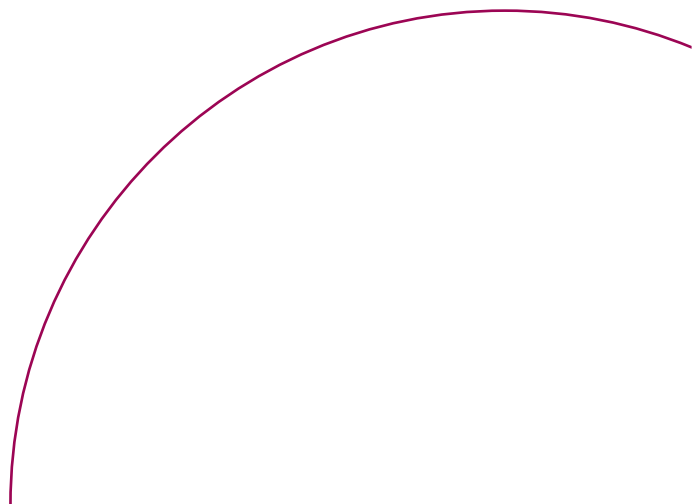
změnám v textuře masa docházelo mezi třetím a třicátým dnem bez ohledu na druh svalu. Následující změny v křehkosti masa již byly poměrně malé a docházelo ke zvyšování intenzity abnormální, kyselé, játrové a kovové vůně a chuti, tedy vlastností, které při vyšších intenzitách snižují celkovou přijatelnost. Nízký roštěnec patří mezi středně křehké svaly a nejvyšší křehkost a celková přijatelnost u něj byla dosažena v době zrání jednoho měsíce. U masa z válečku, který je zařazován mezi svaly tuhé, byla dosažena optimální celková přijatelnost v době dvou měsíců od porážky. Na základě jednoznačně nejnižší celkové přijatelnosti vzorků s devadesátidenní délkou zrání se lze domnívat, že v této fázi postmortálních procesů již v mase docházelo k nežádoucím autolytickým či proteolytickým procesům. S prodlužující dobou zrání se v mase mohou vytvářet či uvolňovat látky, které ovlivňují jeho vůni a chuť. Jako příklad lze uvést metabolity cukrů, produkty degradace nukleotidů, mastných kyselin nebo volných aminokyselin. Tyto degradační procesy nastávají v mase s přispěním působení mikroorganismů, což bylo rovněž potvrzeno v další části studie, která odhalila u masa s dobou zrání dva a tři měsíce výrazný nárůst celkového množství mikroorganismů detekovaných ve vzorcích. Zejména pokud je zamýšleno realizovat zrání delší než jeden měsíc, je nezbytné při zpracování dodržet přísný standard hygieny, aby bylo maso kontaminované, pokud možno, co nejmenším počtem mikroorganismů. Je zřejmé, že při volbě optimální délky zrání masa je nutné kromě užitkového typu a kategorie jatečného skotu respektovat také rozdíly mezi masnými partiemi, ze kterých maso pochází.



Graf 15: Organoleptické vlastnosti svalu longissimus lumborum při různé době zrání



Graf 16: Organoleptické vlastnosti svalu semitendinosus při různé době zrání



INTRAMUSKULÁRNÍ TUK V HOVĚZÍM MASE A JEHO VÝZNAM PRO KONZUMENTSKOU PŘIJATELNOST

Intramuskulární tuk (mramorování) je významným faktorem celkové kulinární kvality masa. Pozitivně ovlivňuje sensorické znaky jako je chuť, vůně, šťavnatost a křehkost. Ve svalovině skotu může nabývat široké škály hodnot, v závislosti na plemenné příslušnosti, věku nebo výživě. Z řady literárních zdrojů vyplývá, že hodnoty se mohou pohybovat v rozmezí 0,5 až 50 %. Extrémně vysoký obsah tuku v mase však náleží takovému typu, který se v tuzemských podmínkách běžně nevyskytuje.

Požadavky konzumentů na optimální množství intramuskulárního tuku se však mohou výrazně lišit. Vysoký obsah tuku je požadován spotřebiteli v zemích východní Asie a výrazné mramorování je ceněno i konzumenty anglicky mluvících zemí. Tomu odpovídá zastoupení chovaných plemen nebo preferování výkrmu volů před býky. Naopak konzumenti ze zemí kontinentální Evropy včetně ČR mají tendenci spíše poptávat libové maso bez zjevných tukových ložisek, protože viditelný tuk je často spojován s negativním působením na lidské zdraví.

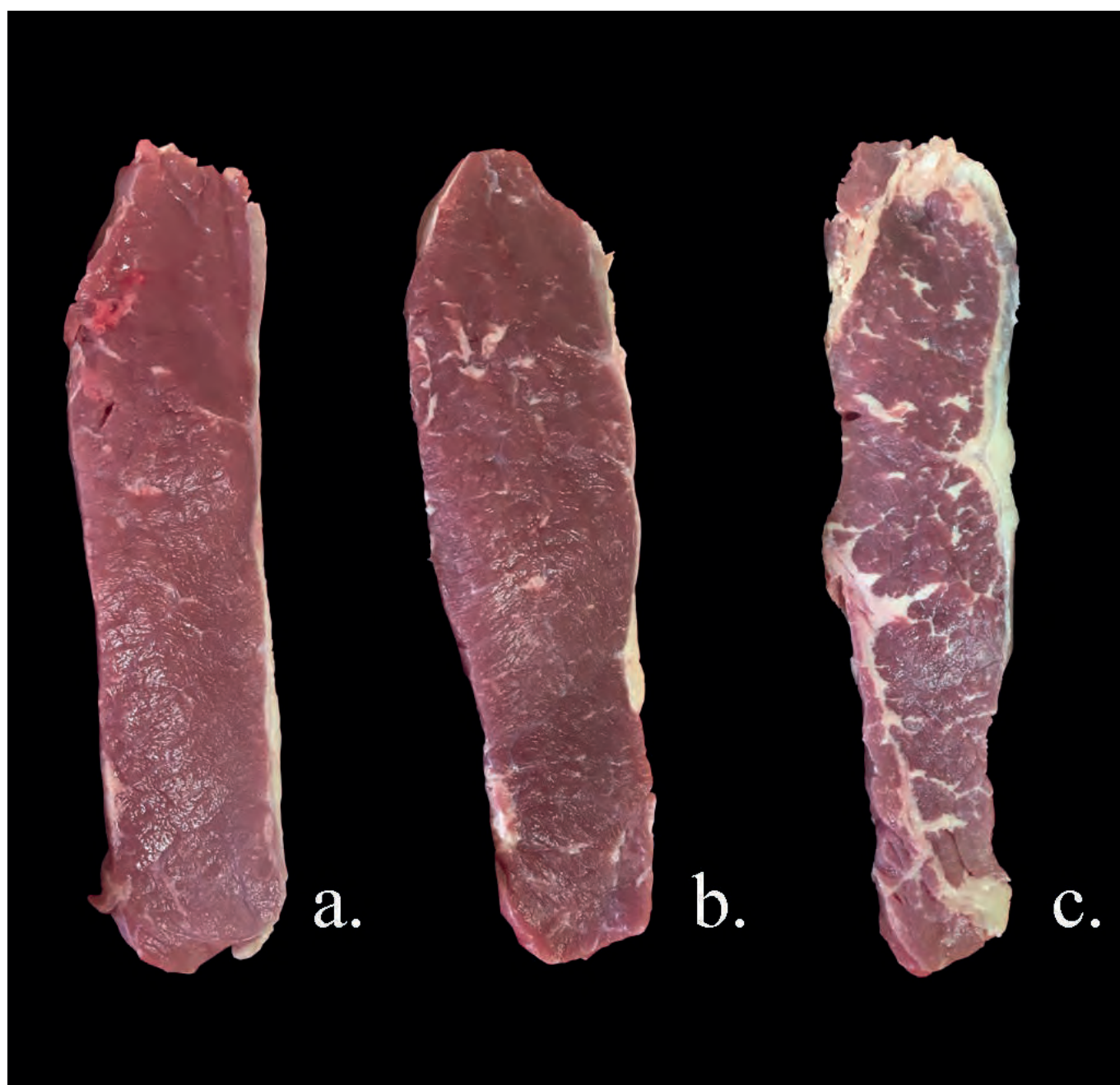
Ve VÚŽV byl realizován konzumentský test zaměřený na vyhodnocení obsahu tuku v hovězím mase. Více než polovina respondentů v dotazníku uvedla, že při nakupování preferuje libové, nebo dokonce co nejvíce libové maso. Tyto preference byly výraznější u žen než u mužů.

Po vyplnění dotazníku byly účastníkům hodnocení předloženy tři vzorky grilovaného hovězího masa z nízkého roštěnce českého strakatého skotu, které se lišily v obsahu vnitrosvalového tuku. Ten byl předem stanoven a umožnil rozčlenit vzorky do skupin s nízkým (1,3 %), středním (3,1 %) a vysokým obsahem (4,5 %) intramuskulárního tuku (obrázek 27). Hodnotitelé měli posoudit čtyři vlastnosti: přijatelnost vůně, křehkost, přijatelnost chuti a celkovou přijatelnost.

Se zvyšujícím se obsahem intramuskulárního tuku byla výrazně lépe hodnocena křehkost a celková přijatelnost. Podobný trend byl pozorován i u hodnocení chuti, difference však byly menší. V literatuře je poměrně dobře popsán vliv obsahu intramuskulárního tuku na texturní charakteristiky tepelně upraveného masa, zejména pak

na křehkost a šťavnatost. Křehkost je pozitivně ovlivňována obsahem intramuskulárního tuku zejména z důvodu, že dochází k rozrušování struktur myofibril. Typická chuť hovězího masa vzniká kombinací aromatických látek uvolňujících se při tepelné úpravě a teplé masové šťávy obsahující částečně rozpuštěný tuk. Jako minimální hodnota obsahu intramuskulárního tuku v hovězím mase pro konzumentskou přijatelnost se podle některých studií udává rozmezí 3–4 %.

Ze studie dále vyplývá, že respondenti, kteří konzumovali hovězí maso častěji (více než čtyřikrát týdně), zároveň více preferovali tučnější maso. Určitým paradoxem je, že ta část účastníků testu, která v dotazníku uvedla, že preferuje maso co nejvíce libové, následně při konzumentském testu hodnotila příznivěji vzorky s vyšším obsahem tuku. Pokud se tedy spotřebitel orientuje na nákup velmi libového masa, konečný výsledek nemusí naplnit jeho očekávání. Obsah tuku v mase lze proto považovat za klíčový pro kulinární kvalitu hovězího masa a nástroj jak efektivně dosahovat jeho optimálních hodnot, jsou zejména na straně producentů.



Obrázek 27: Maso z nízkého roštěnce s rozdílným obsahem intramuskulárního tuku: a) libové, b) středně tučné, c) tučné



Obrázek 28: Kráva plemene aberdeen angus

POUŽITÁ LITERATURA

1. Adeyemi, K.D., Sazili, A.Q. (2014) Efficacy of carcass electrical stimulation in meat quality enhancement: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27, 447–456.
2. AHDB (2008) AHDB Industry Consulting. Review of the EU carcass classification system for beef and sheep - A report for DEFRA. In EPES 0708/01, pp. 1–97.
3. Ahnstrom, M.L. (2008) Influence of Pelvic Suspension on Beef Meat Quality. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 75s.
4. Ahnstrom, M.L., Hessle, A., Johansson, L., Hunt, M.C., Lundstrom, K. (2012) Influence of slaughter age and carcass suspension on meat quality in Angus heifers. *Animal*, 9, 1554–1562.
5. Ahnstrom, M.L., Hunt, M.C., Lundstrom, K. (2012) Effect of pelvic suspension on beef carcasses on quality and physical traits of five muscles from four gender-age groups. *Meat Science*, 90, 528–535.
6. Ahnström, M.L., Seyfert, M., Hunt, M.C., Johnson, D.E. (2006) Dry aging in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Science*, 73, 674–679.
7. 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.
8. Balan, P., Farouk, M.M., Stuart, A.D., Kemp, R., Staincliffe, M., Craige, C., Kim, Y.H.B. (2019) Effects of electrical stimulation and pre-rigor conditioning temperature on aging potential of hot-boned beef *M. longissimus lumborum*. *Animal Science Journal*, 90, 1050–1059.
9. Bartoň, L., Bureš, D., Homolka, P., Pipek, P., Pulkrábek, J., Slonek, Z. (2018) Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). VÚŽV Uhřetěves.
10. Bartoň, L., Bureš, D., Kudrna, V. (2010) Meat quality and fatty acid profile of *musculus longissimus lumborum* in Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 479–487.
11. Bartoň, L., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R., Teslík, V. (2007) Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 52, 269–276.
12. Bhat, Z.F., Morton, J.D., Mason, S.L., Bekhit, A.E.A. (2018) Role of calpain system in meat tenderness: A review. *Food Science and Human Wellness*, 7, 196–204.
13. Biffin, T.E., Smith, M.A., Bush, R.D., Morris, S., Hopkins, D.L. (2020) The effect of whole carcass medium voltage electrical stimulation, tenderstretching and *longissimus* infusion with actinidin on alpaca meat quality. *Meat Science*, 164, 108107.
14. Bonny, S.P.F., Pethick, D.W., Legrand, I., Wierzbicki, J., Allen, P., Farmer, L.J., Polkinghorne, R.J., Hocquette, J.F., Gardner, G.E. (2016) European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. *Animal*, 10, 996–1006.
15. Bureš, D. (2018) Hák na pánevni zavěšení jatečných půlek skotu. Prototyp VÚŽV/03/2018.
16. Bureš, D., Bartoň, L. (2010) Využití masných plemen chovaných v ČR pro křížení a produkci jatečného skotu. Certifikovaná metodika, ISBN 978-80-7403-070-3, 27s.
17. Bureš, D., Bartoň, L. (2012) Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 34–43.
18. Bureš, D., Bartoň, L. (2012) Vliv plemenné příslušnosti býků na chemické složení a senzorycké charakteristiky masa. *Maso*, 22(5), 57–60.
19. Bureš, D., Bartoň, L. (2012) Výkrmnost a jatečná hodnota býků různých plemen. *Náš chov*, 72(6), 31–34.
20. Bureš, D., Bartoň, L. (2018) Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science*, 214, 231–237.
21. Bureš, D., Bartoň, L. (2019) Vliv zavěšení jatečných půlek skotu na kvalitu hovězího masa u jalovic gaskoňského skotu. *Maso*, 30(4), 33–37.
22. Bureš, D., Bartoň, L., Lebedová, N., Fořtová, J. (2018) Výkrmnost, složení jatečného těla a kvalita masa býků a jalovic českého strakatého skotu. *Maso*, 29(3), 32–37.
23. Bureš, D., Bartoň, L., Lebedová, N., Fořtová, J. (2020) Vliv prodloužené doby zrání na fyzikální a organoleptické vlastnosti hovězího masa. *Maso* 31(6), 16–22.
24. Bureš, D., Bartoň, L., Panovská, Z. (2018) Hovězí maso: spotřeba, preference a postoje konzumentů v roce 2017, *Zpravodaj ČSCHMS*, 25, 40–42.
25. Bureš, D., Bartoň, L., Zahrádková, R. (2008) Výkrmnost a jatečná hodnota plemen české strakaté, charolais a jejich kříženců. *Chov skotu*, 5, 6–7.
26. Bureš, D., Fořtová, J., Lebedová, N., Bartoň, L. (2020) Intramuskulární tuk v hovězím mase a jeho vliv na vnímání organoleptických vlastností tuzemskými konzumenty. *Výživa a potraviny*, 75(2), 30–35.
27. Christen, M., Ertbjerg, P., Failla, S., Sanudo, C., Richardson, R.I., Nute, G.R., Olleta, J.L., Panea, B., Alberti, P., Juárez, M., Hocquette, J.F., Williams, J.L. (2001) Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*, 87, 61–65.
28. Colle, M.J., Richard, R.P., Killinger, K.M., Bohlscheid, J.C., Gray, A.R. Loucks, W.I., Day, R.N., Cochran, A.S., Nasados, J.A., Doumit, M.E. (2016) Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from biceps femoris and semimembranosus. *Meat Science*, 119, 110–117.
29. Couvreur, S., Le Beg, G., Micol, D., Picard, B. (2019) Relationships between cull beef cow characteristics, finishing practices and meat quality traits of *longissimus thoracis* and *rectus abdominis*. *Foods*, 8, 141.
30. Craigie, C.R., Navajas, E.A., Purchas, R.W., Maltin, C.A., Bunger, L., Hoskin, S.O., Ross, D.W., Morris, S.T., 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.

31. Crouner, R.D., Garmyn, A.J., Polkinghorne, R.J., Rathman, R.J., Bernhard, B.C., Miller, M.F. (2017) The effects of hot vs. cold boning on eating quality of New Zealand grass fed beef. *Meat and Muscle Biology*, 1, 207–217.
32. ČSÚ (2020) Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů. <https://www.czso.cz/cso/czso/spotreba-potravin-2018> (přístup říjen 2020).
33. Doubková, V. (2020) Legislativní změny postupů prohlídek po porážce. *Maso*, 31(2), 39–43.
34. Edwards-Callaway, L.N., Calvo-Lorenzo, M.S. (2020) Animal welfare in the US slaughter industry—a focus on fed cattle. *Journal of Animal Science*, 98, 040.
35. Elmasry, G., Barbin, D.F., Sun, D.W., Allen, P. (2012) Meat Quality Evaluation by Hyperspectral Imaging Technique: an Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52, 689–711.
36. 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*.
37. Farmer, L.J., Farrell, D.T. (2018) Review: Beef-eating quality: a European journey. *Animal*, 12, 2424–2433.
38. Ferguson, D.M., Gerrard, D.E. (2014) Regulation of post-mortem glycolysis in ruminant muscle. *Animal Production Science*, 54, 464–481.
39. Ferguson, D.M., Jiang, S., Hearnshaw, H., Rymill, S.R., Thompson, J.M. (2000) Effect of electrical stimulation on protease activity and tenderness of m. longissimus from cattle with different proportions of *Bos indicus* content. *Meat Science*, 55, 265–272.
40. Frank, D., Joo, S.T., Warner, R. (2016) Consumer acceptability of intramuscular fat. *Review. Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36, 699–708.
41. Garmyn, A., Hardcastle, N., Polkinghorne, R., Lucheerik, L., Miller, M. (2020) Extending Aging of beef longissimus lumborum from 21 to 84 days postmortem influences consumer eating quality. *Foods*, 9, 208.
42. Grunert, K.G., Bredahl, L., Brunsø, K. (2004) Consumer perception of meat quality and implication for product development in meat sector—A review. *Meat Science*, 66, 259–272.
43. Guerrero, A., Sanudo, C., Alberti, P., Ripoll, G., Campo, M.M., Olleta, J.L., Panea, B., Khlijji, S., Santolaria, P. (2013) Effect of production system before the finishing period on carcass, meat and fat qualities of beef. *Animal*, 7, 2063–2072.
44. Harsham, A., Deatherage, F.E. (1951) Tenderization of meat. U.S. Patent 2544681.
45. Hocquette, J.F., Gondret, F., Baeza, E., Medale, F., Jurie, C., Pethick, D.W. (2010) Intramuscular fat content in meat producing animals: Development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, 4, 303–319.
46. Hocquette, J.F., Van Wezemael, L., Chriki, S., Legrand, I., Verbeke, W., Farmer L., Scolan, N.D., Polkinghorne, R., Rødbotten, R., Allen, P., Pethick, D.W. (2014) Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. *Meat Science*, 97, 316–322.
47. HVES - High Voltage Electrical Stimulation. Tender Beef: © 2020, Get to know the results [cit. 06.10.2020]. Dostupné z: <https://hves.eu/en/results/>.
48. Hwang, I., Thompson, J. (2001) The effect of time and type of electrical stimulation on the calpain system and meat tenderness in beef longissimus dorsi muscle. *Meat Science*, 58, 135–144.
49. Jackman, P., Sun, D.W., Du, C.J., Allen, P., Downey, G. (2008) Prediction of Beef Eating Quality From Colour, Marbling and Wavelet Texture Features. *Meat Science*, 80, 1273–1281.
50. Jakubec, V., Golda, J., Říha, J. (1998) Šlechtění masných plemen skotu. VÚSCH Rapotín, Grafotyp Šumperk, 177s.
51. Jeremiah, L., Martin, A. (1981) The effect of electrical stimulation on the palatability and consumer acceptance of boneless rib steaks. *Journal of Food Quality*, 4, 165–173.
52. Jose, C.G., Jacob, R.H., Gardner, G.E. (2020) Alternative cutting methods and dry aging reduce the shear force of hot boned beef striploin in *Bos indicus* cattle. *Meat Science*, 163, 108036.
53. Juaréz, M., Larsen, I.L., Gibson, L.L., Robertson, W.M., Dugan, M.E.R., Aldai, N., Aalhus, J.L. (2010) Extended ageing time and temperature effects on quality of sub-primal cuts of boxed beef. *Canadian Journal of Animal Science*, 90, 361–370.
54. Kameník, J. et al. (2014) Maso jako potravina, VFU Brno, ČR, 328 s.
55. Kim, Y.H.B, Ma, D., Setyabrata, D., Farouk, M.M., Lonergan, S.M., Huff-Lonergan, E., Hunt, M.C. (2018) Understanding postmortem biochemical processes and post-harvest aging factors to envelop novel smart-aging strategies. *Review. Meat Science*, 144, 74–90.
56. Komoditní karta Skot, hovězí maso, červen 2020, MZe, [cit. 10.10.2020]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/zivocisna-vyroba/zivocisne-komodity/skot/>.
57. Lamb, G.C., Mercadante, V.R.G., Henry, D.D., Fontes, P.L.P., Dahlen, C.R., Larson, J.E., DiLorenzo, N. (2016) Advantages of current and future reproductive technologies for beef cattle production. *Invited Review. The Professional Animal Scientist*, 32, 162–171.
58. Lawrie, R., Ledward, D.A. (2006) The storage and preservation of meat: Temperature control. In: Lawrie's Meat Science. 7th ed. Boca Raton New York Washington, DC: CRC. 192–202.
59. Lebedová, N., Bureš, D., Fořtová, J., Bartoň, L. (2020) Elektrostimulace jatečných těl skotu a její vliv na kvalitu masa. *Maso*, 31(6), 22–24.
60. Lee, S., Lohumi, S., Lim, H.S., Gotoh, T., Cho, B.K., 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.
61. Lepetit, J. (2007) A theoretical approach of the relationships between collagen, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Science*, 76, 147–159.
62. Lepetit, J. (2008) Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Review. Meat Science*, 80, 960–967.
63. Mach, N., Bach, M., Velarde, A., Devant, M. (2008) Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78, 232–238.
64. Mahmood, S., Dixon, W.T., Bruce, H.L. (2019) Cattle production practices and the incidence of dark cutting beef. *Meat Science*, 157, 107873.
65. Manni, K., Rinne, M., Huuskonen, A., Huhtanen, P. (2018) Effects of contrasting concentrate feeding strategies on meat quality of growing and finishing dairy bulls offered grass silage and barley based diets. *Meat Science*, 143, 184–189.
66. Modzelewska-Kapitula, M., Nogalski, Z. (2014) Effect of gender on collagen profile and tenderness of infrapinnatus and semimebranosus muscles of Polish Holstein-Friesian x Limousine crossbred cattle. *Livestock Science*, 167, 417–424.
67. Monsón, F., Sañudo, C., Sierra, I. (2005) Influence breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 71, 471–479.
68. MSA (2018) Meat Standards Australia beef information kit. [cit. 01.10.2020]. 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 (přístup říjen 2020). Meat & Livestock Australia Ltd.
69. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu). [cit. 08.10.2020]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32009R1069>.
70. Nařízení Rady (ES) č. 1099/2009 ze dne 24. září 2009 o ochraně zvířat při usmrcování. [cit. 08.10.2020]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32009R1099>.
71. Navajas, E.A., Richardson, R.I., Fisher, A.V., Hyslop, J.J., Ross, D.W., Prieto, N., Simm, G., Roehe, R. (2010) Predicting Beef Carcass Composition Using Tissue Weights of a Primal Cut Assessed by Computed Tomography. *Animal*, 4, 1810–1817.
72. Needham, T., Lambrechts, H., Hoffman, L.C. (2017) Castration of male livestock and the potential of immunocastration to improve animal welfare and production traits: Invited Review. *South African Journal of Animal Science*, 47, 731–742.
73. Panovská, Z., Valentová, V., Váňková, A., Pokorný, J. (2008) Preference masa a masných výrobků u vysokoškolařů na konci dvacátého století. *Maso*, 19, 32–36.
74. Peng, Y., Dhakal, S. (2015) Optical methods and techniques for meat quality inspection. *Transactions of the Asabe*, 58, 1371–1386.
75. Pinto Neto, M., Beraquet, N.J., Cardoso, S. (2013) Effects of chilling methods and hot-boning on quality parameters of *M. longissimus lumborum* from *Bos indicus* Nelore steer. *Meat Science*, 93, 201–206

76. Pipek, P. (1995) Technologie masa I., 4. přepracované vydání, Kostecké uzeniny, ISBN 890-7080, 334s.
77. Pipek, P. (1998) Technologie masa II., Kostecké uzeniny, Karmelitánské nakladatelství v Kostelním Vydří, ISBN 80-7192-283-8, 360s.
78. Polkinghorne, R., Thompson, J.M., Watson, R., Gee, A., Porter, M. (2008) Evolution of the Meat Standards Australia (Msa) Beef Grading System. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 1351–1359.
79. Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J. (2001) Effect of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. Animal Research, 50, 185–200.
80. Purslow, P. (2018) Contribution of collagen and connective tissue to cooked meat toughness; some paradigms reviewed. Review. Meat Science, 144, 127–134.
81. Samková, E., Hasoňová, L., Mach, K., Smetana, P., Kala, R. (2015) Obliba vybraných druhů mas mezi mladými konzumenty. Maso, 25(5), 29–31.
82. Simmons, N.J., Daly, C.C., Cummings, T.L., Morgan, S.K., Johnson, N.V., Lombard, A. (2008) Reassessing the principles of electrical stimulation. Meat Science, 80, 110–122.
83. Smith, R.D., Nicholson, K.L., Nicholson, J.D., Harris, K. B., Miller, R.K., Griffin, D.B., Savell, J.W. (2008) Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. Meat Science, 79, 631–639.
84. Sorheim, O., Idland, J., Halvorsen, E.C., Froystein, T., Lea, P., Hildrum, K.I. (2001) Influence of beef carcass stretching and chilling rate on tenderness of *M. longissimus dorsi*. Meat Science, 57, 79–85.
85. Státní veterinární správa. Domácí porážka skotu mladšího 72 měsíců a jelenovitých z farmového chovu. [cit. 08.10.2020]. Dostupné z: <https://www.svscr.cz/formulare-ke-stazeni/domaci-porazka-skotu-mladsiho-24-mesicu-a-jelenovitych-z-farmoveho-chovu/>.
86. Steinhäuser, L. et al., (2000) *Produkcce masa*, Last, ISBN: 80-900260-7-9, 464s.
87. Sullivan, G.A., Calkins, C.R., (2011) Ranking beef muscles for Warner-Bratzler shear force and trained sensory panel ratings from published literature. Journal of Food Quality, 34, 195–203.
88. Syrůček, J., Bartoň L., (2020) Intenzita výroby hovězího masa ve světě, ve státech EU a ČR. Zpravodaj ČSCHMS, 27, 35–39.
89. Tatum, D. (2007) Beef grading. [cit. 08.10.2020]. Available at <https://www.beefresearch.org/cmdocs/beefresearch/beef%20grading.pdf>.
90. Thompson, J. (2002) Managing meat tenderness. Meat Science, 62, 295–308.
91. Tkacz, K., Więk, A., Żywica, R., Banach, J.K. (2018) The effects of beef carcasses high voltage electrical stimulation and roasting methods on tenderness and water retention of beef. Technical Sciences, 2, 103–116.
92. Trejung, N., Witte, F., Volker, H. (2021) The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet ageing. Meat Science, 172, 108355.
93. Ueda, Y., Watanabe, A., Higuchi, M., Shingu, H., Kushibiki, S., Shinoda, M. (2007) Effect of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers (Wagyu). Animal Science Journal, 78, 189–194.
94. USDA (2017) United States Department of Agriculture: Standards for Grades of Carcass beef. Agricultural Marketing Service, USDA. Washington, D.C.
95. Van Eenennaam, A. (2017) Crossbreeding for the commercial beef producer. University of California, Davis 2, 6s.
96. Vošmerová, P. (2020) Domácí porážky skotu v České republice. Maso, 31(6), 11–14.
97. Vyhláška 136/2004 Sb. ze dne 19. března 2004, kterou se stanoví podrobnosti označování zvířat a jejich evidence a evidence hospodářství a osob stanovených plemenářským zákonem. – Aktualizované znění předpisu, provedené předpisem 174/2019 Sb. s účinností od 1. srpna 2019 [cit. 08.10.2020]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=AZ&CP=2004s136-2019s174>.
98. Warriss, P. D. (2010) Meat science: An Introductory Text. 2nd Ed. CABI Publishing, 117–122.
99. Webb EC, O'Neill HA (2008) The animal fat paradox and meat quality, Review. Meat Science, 80, 28–36.
100. Zahrádková, R. et al., (2009) Masný skot od A do Z. ČSCHMS, Ekonoprint Praha, ISBN 978-80-254-4229-6, 397s.
101. Zákon 166/1999 Sb. o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon) – Aktualizované znění předpisu, provedené předpisem 238/2020 Sb. s účinností od 1. července 2020. [cit. 08.10.2020]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=AZ&CP=1999s166-2020s238>.
102. Zákon 246/1992 Sb. České národní rady na ochranu zvířat proti týrání – Aktualizované znění předpisu, provedené předpisem 359/2012 Sb. s účinností od 8. prosince 2019. [cit. 08.10.2020]. Dostupné z: https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=AZ&CP=1992s246-2012s359_20191208.
103. Zhang, M., Dunshea F.R., Warner, R.D., Digiacomio, K., Osei-amponsah, R., Chauhan, S.S. (2020) Impacts of heat stress on meat quality and strategies for amelioration: a review. International Journal of Biometeorology, 64, 1613–1628.
104. Zhang, Y., Ji, X., Mao, Y., Luo, X., Zhu, L., Hopkins, D.L. (2019) Effect of new generation medium voltage electrical stimulation on the meat quality of beef slaughtered in a Chinese abattoir. Meat Science, 149, 47–54.

INOVAČNÍ POSTUPY PŘI PRODUKCI A ZPRACOVÁNÍ HOVĚZÍHO MASA

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Autoři:

Ing. Daniel Bureš, Ph.D.

Ing. Luděk Bartoň, Ph.D.

Ing. Nicole Lebedová

Autoři fotografií:

Obrázky na straně 7 a 8: Martina Mamulová Sasáková

Obrázky 1-5, 7, 10-16, 18, 22-28: Daniel Bureš

Obrázky 20, 21: Luděk Bartoň

Obrázky 6, 8, 17, 19: Nicole Lebedová

Obrázek 9: Jaroslav Valenta

Vydavatel:

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Česká technologická platforma pro zemědělství

Recenzent:

doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.

Grafika:

Pavla Brus Ortová

Tiskárna:

SYNERGIE: 4U s.r.o.

Vydání: první

Rok vydání: 2020

Náklad: 1000 ks

ISBN: 978-80-7403-245-5

Za obsahovou a jazykovou správnost díla odpovídají autoři.

Poděkování:

V publikaci byly použity výsledky experimentů, které byly financovány prostřednictvím institucionální podpory (MZE-R00718)

