

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Rohatost a bezrohost u skotu

Bakalářská práce

Veronika Bížová

Chov hospodářských zvířat

Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Rohatost a bezrohost u skotu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Barboře Hofmanové, Ph.D. za vedení a trpělivost při zpracování této bakalářské práce, za její cenné rady a za pomoc při zpracování osnovy a navedení na to, jak by měla práce vypadat.

Rohatost a bezrohost u skotu

Souhrn

Tato práce se zabývá genetickým založením rohatosti či bezrohosti u skotu a způsoby odrohování. U skotu je bezrohost dominantní nad rohatostí. Lokus pro tento znak se nachází na chromozomu BTA1. Bezrohost vznikla mutací genu rohatosti. Byly popsány čtyři různé typy mutací. Jedná se o keltskou, frískou, mongolskou a Guarani. Kromě rohatosti a bezrohosti se u skotu vyskytují ještě nepravé rohy, které nejsou spojeny s lebkou kostní tkání. Jsou dva různé typy těchto nepravých rohů a jejich dědičnost dosud nebyla zcela objasněna. Lokus pro přítomnost nepravých rohů se nachází u většiny plemen na chromozomu BTA19, u plemene charolais je umístěn na BTA4.

Z archeologických nálezů bylo zjištěno, že bezrohá zvířata se vyskytovala už před naším letopočtem. Jeden z nejstarších nálezů byl v německém Halle. V České republice byla nalezena kostra lebky, která vykazovala nepravé rohy. Tento objev se rovněž datuje do období před naší letopočtem.

Vzhledem k problémům, které chov rohatého skotu přináší, dávají chovatelé přednost zvířatům bez rohů. Ve většině případů je tedy nutné odrohování. Odrohování je možné buď v raném věku telat, kdy se odstraní rohové pučnice, nebo ve věku, kdy jsou rohy pneumatizovány a tudíž odrohování musí, vzhledem k větší náročnosti, bolesti a riziku komplikací, provádět veterinární lékař. V České republice je odrohování povoleno pouze v komerčních chovech u telat do čtyř týdnů věku. Pokud chce chovatel odrohovávat starší zvířata nebo zvířata chovaná v režimu ekologického zemědělství, musí požádat Ministerstvo zemědělství o udělení výjimky.

Vzhledem k tomu, že je velký zájem o bezrohý skot, tak se šlechtitelské organizace snaží najít způsob, jak chovat geneticky bezrohá zvířata. U některých masných plemen se to již podařilo. Mezi nejznámější patří aberdeen angus a galloway. U mléčných plemen je to obtížnější z důvodu malého počtu bezrohých býků, tudíž by mohlo docházet k inbreedingu. Dalším problémem je, že bezrozí býci mají často nižší plemenné hodnoty pro mléčnou užitkovost.

Klíčová slova: historie, genetika, odrohování, šlechtění, welfare

Horns presence and polledness in cattle

Summary

This work dealt with genetic basis of horns presence and polledness in cattle and the methods of dehorning. In cattle, polledness is dominant over horns presence. The locus for this trait is located on chromosome BTA1. Polledness was caused by a mutation in the horn gene. Four different types of mutations have been described. These are Celtic, Friesian, Mongolian and Guarani. In addition to horned and polled cattle, there are also scurs that are not connected to the bone tissue of the skull. There are two different types of these false horns, and their inheritance has not yet been fully understood. The locus for the presence of scurs is located in most breeds on chromosome BTA19, in the Charolais breed it is located on BTA4.

Archaeological finds have shown that polled animal existed before our era. One of the oldest finds was in Halle, Germany. A skull skeleton was found in the Czech Republic, which showed scurs. This discovery also dates back to BC.

Due to the problems that breeding horned cattle brings, farmers prefer animals without horns. So dehorning is necessary in most cases. Dehorning is possible either at an early age of the calves, when the horn buds are removed, or at an age when the horns are pneumatized and therefore, due to the greater difficulty, pain and risk of complications, dehorning must be performed by a veterinarian. In the Czech Republic, dehorning is only allowed in commercial farms for calves under four weeks of age. If a farmer wants to dehorn older animals or animals raised in organic farming, he must apply to the Ministry of Agriculture for an exception.

Considering that there is a great interest in hornless cattle, breeding organisations are trying to find a way to breed polled animals. This has already been done with some meat breeds. Among the most famous are Aberdeen Angus and Galloway. With dairy breeds, it is more difficult due to the small number of polled bulls, so inbreeding could occur. Another problem is that polled bulls often have lower breeding value for milk yield.

Keywords: history, genetics, dehorning, breeding, welfare

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Anatomie a vývin rohů	3
3.2	Genetická determinace rohů	4
3.2.1	Geny definující rohatost či bezrohost	5
3.2.2	Typy mutací způsobující bezrohost	7
3.2.3	Šlechtění na bezrohost	9
3.2.3.1	Introgrese genu	12
3.2.4	Mapování genu bezrohosti na základě SNP	12
3.3	Výskyt rohatého skotu v minulosti	13
3.4	Chování rohatého a bezrohého skotu	15
3.5	Odrohování	17
3.5.1	Metody odrohování.....	22
3.5.1.1	Kauterizace	22
3.5.1.2	Chemické odstranění rohových pučnic	24
3.5.1.3	Fyzické odstranění rohových pučnic	24
3.5.1.4	Odstranění narostlých rohů	24
3.5.2	Úleva od bolesti při odrohování	25
3.5.3	Projekt ALCASDE	29
4	Závěr.....	31
5	Literatura	32
6	Samostatné přílohy	40
6.1	Seznam tabulek	40
6.2	Seznam obrázků	40

1 Úvod

Nejvíce chovaným plemenem skotu je mléčné plemeno holštýnský skot. Toto plemeno je rohaté. Většina mléčného skotu v severozápadní Evropě je odrohována, aby se předešlo zraněním mezi zvířaty ve stádě a zvýšila se bezpečnost chovatelů (Cozzi et al. 2015). Odrohování je bolestivý proces, i když nepohodlí lze omezit, pokud se dodržují správné postupy a používá se anestezie (Caray et al. 2015). Přesto se hledají alternativy, které by negativní dopady odrohování na welfare zvířat zcela eliminovaly. Jednou z alternativ je chov geneticky bezrohého skotu, u kterého se rohy nevyvíjejí, a tudíž není odrohování nutné (Prayaga 2007).

Bezrohost je řízena genem velkého účinku a je jedním z prvních známých příkladů mendelovské dědičnosti hospodářských zvířat (Schafberg a Swalve 2015). Bezrohost je dominantní nad rohatostí. Gen se nachází na proximálním konci chromozomu 1 (BTA1) skotu (Drögemüller et al. 2015). Přesná molekulární povaha alely pro bezrohost zůstávala dlouho neznámá, ale nedávno byla identifikována (Medugorac et al. 2012). Frekvence bezrohosti se u jednotlivých plemen liší, ale u holštýnského plemene je oproti ostatním nízká. V důsledku toho mají chovatelé omezený výběr býků, kteří dále předávají bezrohost na své potomky, a je žádoucí šlechtitelský program, který by zvýšil frekvenci této alely. Takový šlechtitelský program s sebou nese riziko, že pokud jsou s alelou bezrohosti spojeny nízké plemenné hodnoty u jiných důležitých znaků, nebudou býci využíváni jen kvůli bezrohosti. Navíc, pokud je gen bezrohosti přítomen v malé skupině příbuzných býků, může takový šlechtitelský program vést ke značné příbuzenské plemenitbě se souvisejícími negativními účinky (Windig et al. 2015).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo shrnout problematiku týkající se rohatosti a bezrohosti skotu. Jaká úskalí rohy u skotu přináší, a jak tomu předcházet. Dále jsem chtěla shrnout, jaké jsou možnosti odstraňování rohů u skotu, jakým způsobem je zvířatům možno ulevit od bolesti a jak se na tuto problematiku dívá česká legislativa u komerčních chovů a i u těch ekologických.

Dále jsem chtěla shrnout genetickou determinaci rohatosti a bezrohosti a jaké jsou druhy rohatosti. Také bylo důležité shrnout možnosti testování, a jaké jsou možnosti ve šlechtění skotu na bezrohost.

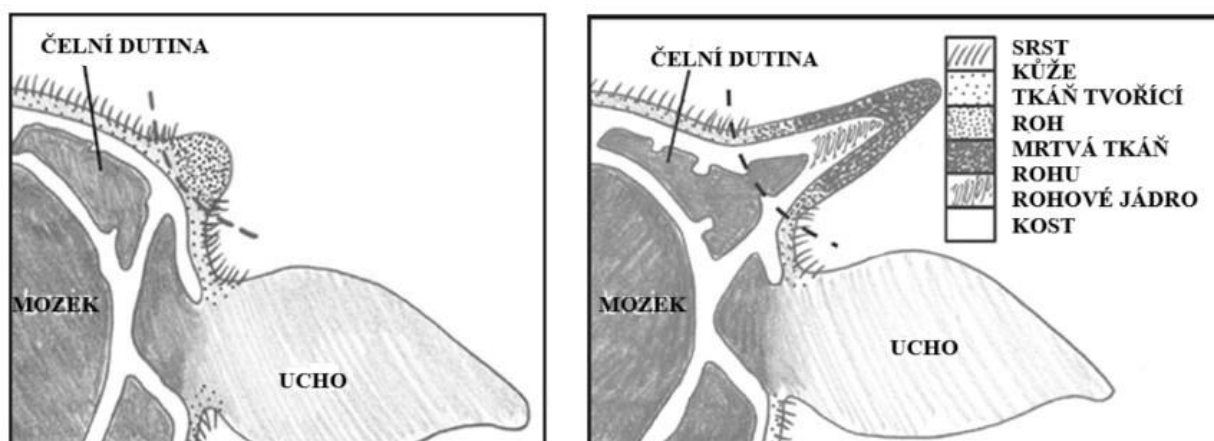
3 Literární rešerše

3.1 Anatomie a vývin rohů

Rohy jsou dvojice tvrdých, kostěných výrůstků vyrůstajících na hlavě zvířat. Tvar a velikost rohů jsou druhově rozdílné. Podle rohů je možné rozlišit druhovou, pohlavní a plemennou příslušnost. Samci mají rohy silnější než samice (Gottschalk et al. 1992).

Kostním podkladem je rohový výběžek čelní kosti, rozbrázděné otvory, jimiž procházejí krevní cévy do škáry. Od čelní kosti je oddělen mělkým krčkem. Rohový výběžek pokrývá škára, na jejímž povrchu se nacházejí nitkovité bradavky, které produkují rourkovou rohovinu. Rohové pouzdro, které vzniká z rohoviny, má širokou základnu, tělo a hrot. Stěna rohového pouzdra je na základně nejtenčí a nejměkčí, na těle je tlustá a tvrdá. Hrot je zrohovatělý úplně.

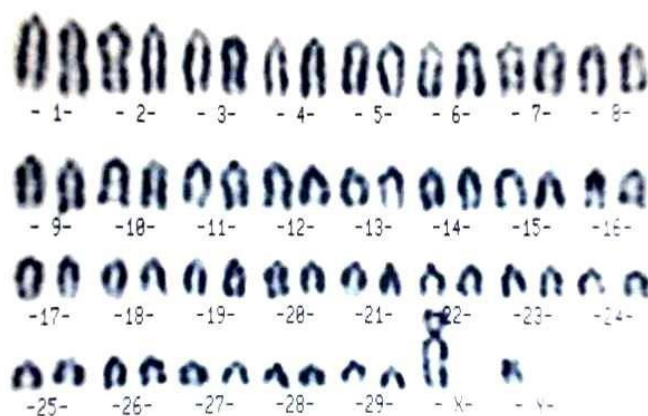
Rohy skotu jsou na hrotě hladké a lesklé a na těle drsné a rozbrázděné mělkými brázdami, které se označují jako rohové kroužky. Vznikají v důsledku nedostatečné tvorby rohoviny, zpravidla při březosti. Kroužek se začíná tvořit asi v 8. měsíci březosti. Podle počtu kroužků je možné orientačně určit věk krav (Marvan et al. 2003). Úroveň výživy zvířat se také odráží na růstu rohoviny. Při nedostatečné výživě je výsledkem opět řada kroužků, které mohou odrážet mimo březost, nedostatečnou výživu i nějaký stres (Gottschalk et al. 1992). Při poškození škáry rohu ustává růst rohoviny a roh nenarůstá. Toho se využívá při odrohování telat. Bezrohá plemena mají na čelní kosti kostní hrbolky pokryté osrstěnou kůží (Marvan et al. 2003).



Obrázek 1: Rohová pučnice do věku 8 týdnů (vlevo) a ve věku okolo 6 měsíců (vpravo) (Dairy NZ 2023)

3.2 Genetická determinace rohů

Bezrohost je jedním z prvních známých příkladů mendelovské dědičnosti hospodářských zvířat (Schafberg a Swalve 2015). V roce 2009 byl kompletně zmapován genom skotu (Tellam et al. 2009) a další poznatky poskytla molekulární biologie. Molekulárně genetické studie zmapovaly gen bezrohosti do specifické oblasti na chromozomu 1 (BTA1) *Bos taurus*, ale konkrétní gen se doposud nepodařilo lokalizovat. Dle Drögemüllera (2005) se lokus genu nachází na proximálním konci chromozomu BTA1, který odpovídá oblasti *HSA21* (Wiedemar et al. 2014). Seichter et al. (2015) ale zjistili, že se nachází v centromerické oblasti tohoto chromozomu. Bezrohost vzniká mutací genu pro rohatost. Ukázalo se, že je obtížné určit tuto mutaci, ale zjistilo se, že jsou čtyři různé typy. Předpokládá se, že stav bezrohosti či rohatosti podléhá poměrně složitému způsobu dědičnosti, kdy geny pro bezrohost, nepravé rohy a rohy se nezávisle segregují, ale vzájemně na sebe působí (Schafberg a Swalve 2015).



Obrázek 2: Genom skotu (Embryological and Cytogenetics Lab of Spallanzani Institute 2009)

Prayaga (2007) uvádí, že jako první uvedli Bateson a Saunders (1902), že bezrohost je u skotu dominantní vůči rohatosti. To bylo dále doloženo různými dalšími studiemi, které podporovaly hypotézu dědičnosti rohů pomocí jednoho genu. Také uvedl výsledky, které zjistil Boyd (1906), z křížení mezi bezrohými a rohatými herefordy, které podporovaly teorii dominantního charakteru bezrohosti. Schafberg a Swalve (2015) uvedli výsledky, které zjistil Gowen (1918), že na rohatost či bezrohost má vliv také pohlaví. Při jím realizovaném křížení rohatých zvířat s bezrohými docházelo k většímu výskytu rohatých býků než krav. Teorie jednoho genu byla dále rozšířena a vysvětlovala dědičnost následovně. Homozygotně dominantní zvířata s genotypem P/P měla rohy u obou pohlaví. Homozygotně recesivní zvířata s genotypem p/p neměla rohy ani u jednoho pohlaví. Heterozygotní zvířata (P/p) byla rozdílná. U samců se rohy vyskytovaly a u samic nikoli.

Problémy, které představuje výzkum bezrohosti skotu, jsou způsobeny následujícími faktory. Identifikace funkčních kandidátních genů je obtížná, protože pro tento znak nelze použít obvyklá srovnání s modelovými organismy. Přiřazení bezrohého fenotypu je rovněž ztíženo nedostatkem odpovídajících kandidátních genů nebo oblastí kandidátních genů. Široký rozsah variability v sekvencích vede k podezření na genetickou heterogenitu, kterou nelze dobře rekonstruovat kvůli rozsáhlé historii šlechtění domácího skotu, zejména proto, že někteří plemeniči měli od nástupu inseminace zásadní a celosvětový vliv (Scahberg a Swalve 2015). Vizuální zjišťování bezrohosti u zvířat je obtížné, protože dominantně homozygotní a heterozygotní zvířata jsou fenotypově identická. Od roku 2009 je ve Spojených státech k dispozici komerční test pro některá plemena, včetně simentálského. v roce 2010 byl vyvinut nepřímý genetický test na bezrohost, který usnadnil odhalení homozygotních býků. Od roku 2012 je k dispozici přímý genový test, který usnadňuje testování a výběr dominantně homozygotních býků, kteří dále předávají bezrohost. Tyto testy jsou založeny na analýze mikrosatelitů, které jsou jako markery úzce vázány na bezrohost. Úspěšnost těchto testů se pohybuje okolo 95 % (Medugorac et al. 2012).

1993	Objevení lokusu bezrohosti na BTA1
1995	Lokus bezrohosti zmapován na BTA1 u plemene charolais
1996	Vazebná mapa BTA1 u kříženců <i>Bos taurus</i> a <i>Bos indicus</i>
1997	Lokus bezrohosti zmapován na BTA1 u simentálského skotu
2004	Lokus nepravých rohů zmapován na BTA19
2005	Lokus bezrohosti zmapován v intervalu 1,31 Mb na BTA1
2009	Zjištěno, že lokus nepravých rohů u plemene charolais není na BTA19 Zjištěné rozdíly v dědičnosti nepravých rohů
2011	Objeven typ II nepravých rohů, mutace <i>TWIST</i>
2012	Lokus bezrohosti zúžený v centromerické oblasti na 381 kb
2013	Potvrzení keltské a fríské mutace
2017	Identifikace mongolské mutace
2019	Identifikace Guarani mutace

Tabulka 1: Časová osa v genetice rohatosti skotu (Grobler et al. 2021)

3.2.1 Geny definující rohatost či bezrohost

Scahberg a Swalve (2015) předpokládají, že rohatost či bezrohost definují tři geny. Jedná se o gen *H*, *P* a *S*. Alela *P* je dominantní vůči alele *H*, takže přítomnost alespoň jedné

alely *P* zabraňuje tvorbě rohů nebo naopak vede k tvorbě nepravých rohů. Pokud je zvíře recesivní homozygot (*p/p*), tak je bezrohé. Genový lokus *H* je zodpovědný za tvorbu pravých rohů, které jsou nedílnou součástí čelní kosti (Prayaga 2007). Předpokládá se, že tento lokus existuje v homozygotní formě (*H/H*) u všech kusů skotu, ať už jsou rohatí či nikoli a že tvorba rohů je ovlivněna jinými geny. U některých plemen afrického skotu mohou být rohy samců epistatické k bezrohosti. Při křížení rohatých afrických plemen zebu a angusů byly všechny samice bez rohů, zatímco u samců se objevovali tři fenotypy: s rohy, bez rohů a nepravé rohy. To vedlo k domněnce, že se na tomto způsobu dědičnosti podílí další gen, označovaný jako africký rohatý (*Ha*). Existence tohoto lokusu však nebyla zatím prokázána (Aldersey et al. 2020).

Genový lokus *S* je zodpovědný za zvláštní případy rohové formace. Skot, který nemá pravé rohy, může být buď zcela bez rohů, nebo se u něj projevují formy, jako jsou nepravé rohy. Mohou se objevovat v široké škále útvarů a krust o velikosti nehtu až po útvary dlouhé více než čtyři centimetry. Tyto nepravé rohy nejsou spojeny s čelní kostí kostní tkání. U nepravých rohů, na rozdíl od rohů pravých, čelní dutina není propojena s rohovým pouzdem a roh není ukotven k lebce. Kostěné jádro rohu je ve srovnání s pneumatizovaným kostěným jádrem hustě osifikované (Capitan et al. 2011). Vyskytují se pouze u geneticky bezrohého skotu. V tomto případě alela *S* epistaticky dominuje nad alelou *P*. Kromě toho je tento gen *S* ovlivněn také pohlavím zvířete. U býků s genotypem *S/s* se projevují nepravé rohy. U samic jsou nepravé rohy pouze v případě genotypu *s/s*.

Předpokládá se, že alela *S* leží na BTA19 (Asai et al. 2004), ale to se nepodařilo ověřit u všech plemen. Například se předpokládá, že u plemene charolais se tato alela nachází na BTA4 (Capitan et al. 2011). Další komplikací v případě nepravých rohů je ten, že jsou dva různé typy (Asai et al. 2004).

Nepravé rohy prvního typu jsou epistatické vůči bezrohosti. Zdá se, že je to ovlivněno i pohlavím, nicméně dědičnost nepravých rohů je nejasná (Wiedemar et al. 2014). Obtíže při určování dědičnosti tohoto typu nepravých rohů jsou připisovány problémům s fenotypem, nestejnému věku vývoje nepravých rohů, vlivu pohlaví, epistáze s lokusy bezrohosti a genetické heterogenitě v rámci plemen (Tetens et al. 2015). Důkazy podporují to, že tento lokus leží na BTA19 (Asai et al. 2004). Wiedemar et al. (2014) zjistili, že všechna zvířata skotu s tímto typem nepravých rohů měla vždy genotyp pro bezrohost heterozygotní.

Nepravé rohy druhého typu jsou výsledkem mutace v *TWIST1* pozorované u francouzského plemene charolais (Capitan et al. 2011). Tento typ nepravých rohů je dominantní nad rohy, ale nikoli nad bezrohostí. Homozygotní zvířata s mutací *TWIST1* nebyla

identifikována, což naznačuje, že nejspíše dochází k embryonální mortalitě (Aldersey et al. 2020).



Obrázek 3: Skot plemen charolais s nepravými rohy (Capitan et al. 2011)

Kyselý (2010) uvádí, že nepravé rohy mohou vznikat sekundárně atrofii kosti na rohové bázi v průběhu života. Určení příčiny tohoto zvláštního stavu je komplikované, protože existuje více možností. První možností je, že se jedná o dědičný charakter plemene. Tento stav se objevuje u některých recentních plemen, i když velmi vzácně, v důsledku určitých kombinací alel. Další možností je, že během života došlo k fraktuře, atrofii či jinému patologickému nedědičnému stavu. Tento stav může být způsoben i neúmyslným ošetřením. Například použití provazu k dlouhodobému uvázání zvířete může silně narušit základnu rohů, protože se může provaz zaříznout do tkáně. Nelze však ani vyloučit úmyslné způsobení, které může být součástí záměrné lidské praxe. V minulosti (nejspíše i v současnosti) některé africké kmeny uměle a záměrně přetvářejí rohy několika různými způsoby (Chaix 2004).

Bezrohá zvířata se objevují i mezi menšími přežvýkavci. U bezrohých koz tento stav často koreluje s fenotypovými poruchami diferenciací. Zjištěné mutace však nevykazují analogii s genomem skotu (Medugorac et al. 2012).

3.2.2 Typy mutací způsobující bezrohost

Bezrohost je způsobena příčinnou mutací alespoň jedné alely *P*. Jedná se o mutaci z *p* na *P*. Tento typ mutace se u skotu vyskytuje častěji, než mutace opačná (Prayaga 2007). Byly identifikovány čtyři varianty sekvence DNA na BTA1, které jsou spojeny s bezrohostí. Jedná se o variantu keltskou, frískou, mongolskou a Guarani (Medugorac et al. 2017). Všechny známé varianty jsou dominantní a skot nesoucí jednu z těchto variant bude v závislosti na svém genotypu v lokusech *S* buď bezrohý, nebo může mít nepravé rohy. Je pravděpodobné, že

v různých populacích a plemenech existují další neidentifikované varianty bezrohosti (Aldersey et al. 2020).

Keltská varianta bezrohosti byla poprvé identifikována u několika evropských plemen skotu pocházejících z keltských zeměpisných oblastí. Jedná se o komplexní inzerci a delecí (indel). Sekvence o délce 212 bp je duplikována a nahrazuje sekvenci o délce 10 bp, která se nachází 6 bp za původní sekvenci (Medugorac et al. 2012). Nezávislé asociační studie zjistily, že indel je jedinou variantou v tomto místě, která zcela segreguje s bezrohostí (Wiedemar et al. 2014). Bylo zjištěno, že keltská varianta je funkčně zodpovědná za bezrohost. Toho bylo docíleno genovou editací holštýnských fibroblastů, které byly naklonovány tak, aby produkovaly bezrohá telata. Potomci rohatých matek a genově editovaných holštýnských býků vyprodukovaných z těchto fibroblastů, u nichž bylo prokázáno, že nesou pouze keltskou alelu a žádné další nechtěné úpravy, byly rovněž bezrozí. Keltská varianta bezrohosti se nachází mezi geny *IFNAR2* a *OLIG1* na BTA1 a nezdá se, že by narušovala jakoukoli známou regulační oblast (Medugorac et al. 2012). Varianta může přerušit předpokládané enhancerové místo *HAND1*, ačkoli to zatím nebylo experimentálně potvrzeno (Aldersey et al. 2020).

Fríská varianta bezrohosti, která byla poprvé identifikována u holštýnsko fríského skotu, se nachází přibližně 200 kb za keltskou variantou a představuje 80 128 bp duplikaci sekvence mezi 1 909 352 a 1 989 480 bp (Medugorac et al. 2012). Duplikovaný úsek se nachází bezprostředně za původní sekvencí a je ve stejné orientaci. Od referenční sekvence se liší jednou transverzí thymín na adenin na třetí pozici a delecí 2 bp (thymín, guanin) na 45. pozici. Další výzkum potvrdil, že tato varianta segreguje u bezrohých holštýnských skotů, kteří nenesou keltskou alelu bezrohosti (Wiedemar et al. 2014). Stejně jako u keltské varianty bezrohosti nenarušuje fríská varianta žádné známé kódování, sekvence, místo sestřihu nebo intronickou oblast, nebo jakoukoli známou regulační oblast (Aldersey et al. 2020).

Třetí varianta bezrohosti u skotu byla objevena u mongolského turanského skotu. V těchto populacích se vyskytují jedinci s rohy i bez nich a vzhledem k jejich izolovanosti se předpokládalo, že tato varianta bezrohosti je spontánní mutací, která dosud nebyla popsána. Celogenomové sekvenování homozygotního a heterozygotního bezrohého jaha lokalizovalo mongolský bezrohý lokus do oblasti 800 kb na BTA1 (Medugorac et al. 2017). V rámci 219 bp duplikované sekvence je motiv o délce 11 bp zcela konzervovaný mezi *Bovidae*, a proto může být funkčně důležitý (Aldersey et al. 2020). Zajímavé je, že sekvence 219 bp (a tedy i konzervovaný motiv 11 bp) byla duplikována v mongolské, fríské a guaraní variantě. Haplotypová analýza ukázala, že mongolská varianta se nachází na segmentu DNA skotu a byla introgenována z turanského skotu do mongolských jaků (Medugorac et al. 2017).

Varianta bezrohosti Guarani byla nedávno identifikována u skotu nellore z Brazílie. Bezrohý fenotyp u skotu nellore (*Bos indicus*) byl vysledován u jediného bezrohého býka, z čehož vyplývá, že bezrohost u tohoto plemene není výsledkem jedné z dříve objevených variant. Sekvenování celého genomu býků plemene nellore s bezrohostí identifikovalo přibližně 110 kb sekvenci v oblasti bezrohosti se zvýšeným pokrytím, což naznačuje variaci v počtu kopií způsobenou přibližně 110 kb duplikací. Místo inserce duplikace je třeba ještě určit. Zajímavé je, že varianta Guarani pochází z *Bos taurus* (Aldersey et al. 2020).

3.2.3 Šlechtění na bezrohost

Frekvence bezrohosti se u jednotlivých plemen liší, například u holštýnského plemene je nízká. V důsledku toho mají chovatelé omezený výběr býků, kteří dále předávají bezrohost. Je žádoucí šlechtitelský program, který by zvýšil frekvenci alely pro bezrohost. Takový šlechtitelský program však s sebou nese riziko, že pokud jsou s alelou pro bezrohost spojeny nízké plemenné hodnoty u jiných důležitých znaků, nebudou býci využíváni pouze kvůli bezrohosti. Hlavní problém ve šlechtění mléčného skotu na bezrohost tkví v tom, že bezrozí plemenici mají nižší plemenné hodnoty pro mléčnou užitkovost. To je v mlékárenském průmyslu nežádoucí (Windig et al. 2015). Šlechtitelský program tedy vyžaduje zavedení bezrohé alely do skupiny skotu při zachování vysokých genetických hodnot populace (Gaspa et al. 2015).

Je nesporné, že ačkoli se bezrohost jednoznačně řídí dominantním způsobem dědičnosti, šlechtění na bezrohost u plemen skotu, která jsou převážně rohatá, bude obtížné vzhledem k riziku inbreedingu a ztráty genetické úrovně jako populace rohatého skotu (Windig a Eggen 2009). Proto bude nutné odvozovat šlechtitelské programy, které budou brát ohled na tyto problémy (Schafberg a Swalve 2015). Vzhledem k problematickému šlechtění na bezrohost je v dnešní době často prováděné odrohování skotu, jehož cílem je snížit riziko zranění obsluhy a ostatních zvířat. Eliminace nutnosti odrohování prostřednictvím šlechtění bezrohého skotu je možná, ale není v krátkodobém horizontu praktickým řešením (Duffield 2008). V krátké době není možné mít bezrohý skot s vysokou kvalitou produkce a reprodukce (Kling-Eveillard et al. 2015).

U většiny masných plemen se docílilo toho, že většina skotu je bezrohá. Naopak je tomu u mléčného skotu. Nejčastější mléčné plemeno je holštýnský skot (Windig et al. 2015). Šlechtitelský program na bezrohost pro holštýnské plemeno vyžaduje zavedení bezrohé alely do skupiny při zachování vysokých genetických hodnot populace. V tomto případě nám může pomoci introgrese genu.

Ve šlechtění zvířat byly vyvinuty nové nástroje využívající dostupnosti hustých map markerů a vysoce výkonných technik genotypování, jako je genomická selekce. Genomická selekce se opírá o segmentaci genomu na tisíce intervalů ohraničených sousedícími SNP a odhad účinků SNP na celý genom. V současné době je pro skot komerčně k dispozici až 800 000 čipů SNP. V rámci genomické selekce se kvantifikuje příspěvek každého SNP k celkové genetické variabilitě pro kvantitativní znak, a proto lze pomocí markerů vysvětlit celou genetickou variabilitu (Goddard a Hayes 2007). Genomická selekce byla navržena v kombinaci s introgresními schémata jako způsob začlenění žádoucích genetických vlastností dárcovské linie do linií příjemců. Genomická selekce je schopna vytvořit zpětně zkřížené linie, které mají podobnou nebo lepší výkonnost než čistokrevné linie během 3 až 5 generací. Genomická selekce by mohla pomoci zlepšit genetickou hodnotu plemenů skotu zkrácením generačního intervalu a dosažením rychlejšího genetického pokroku ve srovnání se selekcí založenou na odhadu EBV pomocí BLUP (Gaspa et al. 2015).

Charakterizace lokusu bezrohosti byla obtížnější, než se očekávalo, a ani po více než třech desetiletích výzkumu tohoto lokusu nebyl objeven přesný příčinný gen nebo molekulární základ, který bezrohost určuje. Žádná z identifikovaných variant (keltská, fríská, mongolská, Guarani) se nenacházela ve známých kódujících nebo regulačních oblastech, což přispělo ke složitosti molekulárního základu bezrohosti. Doposud nebyla vyřešena ani přesná lokalizace lokusu nepravých rohů a molekulární podstata fenotypu těchto rohů. Kombinované výsledky výzkumu naznačují, že fenotyp nepravých rohů vykazuje u různých plemen genetickou heterogenitu (Tetens et al. 2015) a že na molekulárním základu nepravých rohů se může podílet více než jeden gen.

Aby bylo možné pomoci při mapování lokusu nepravých rohů, bude pro GWAS zapotřebí velký počet fenotypů. Výzva spočívá v přesné fenotypizaci a evidenci nepravých rohů v rámci plemen s doprovodnými rodokmenovými záznamy pro nejméně tři generace. Protokoly a pokyny pro fenotypizaci specifické pro jednotlivá plemena pomohou při shromažďování přesných fenotypů. V Jihoafrické republice se ve spolupráci s chovateli připravuje protokol fenotypizace pro plemena SA bonsmara (Grobler et al. 2021), který se má shodovat s jejich chovatelskými postupy a má zajistit, aby se fenotypy rohatosti zaznamenávaly až do věku 24 měsíců s důrazem na identifikaci nepravých rohů. Chovatelům bude rovněž doporučeno, aby využívali dostupné diagnostické testy k potvrzení homozygotního/heterozygotního statusu zvířat pro bezrohost co nejdříve, aby mohli pomoci se šlechtitelskými programy.

Některé evropské země, včetně Francie a Německa, vyvinuly šlechtitelské programy pro introgresi alely bezrohosti do plemen charolais, respektive německého fleckvieh masného

skotu (Götz et al. 2015). Alela bezrohosti byla také úspěšně introgenována u syntetického čínského plemene skotu shuxuan (Chen et al. 2017). Irská federace chovatelů uvedla, že frekvence bezrohých zvířat v Irsku se od zavedení rutinní genotypizace zvýšila. Irští chovatelé jsou motivováni bonusem v indexech vypočtených za genotypizované bezrohé zvíře, protože to odráží náklady ušetřené tím, že zvíře nemusí být zbaveno rohů (ICBF 2020). V Austrálii bylo dosaženo významného pokroku při zavádění genu bezrohosti do národní populace masného skotu. V roce 1980 bylo 99 % registrovaných australských limousinů rohatých, zatímco v roce 2017 bylo hlášeno přibližně 84 % registrovaných telat s genem bezrohosti nebo nepravých rohů. V Jihoafrické republice projevilo zájem o selekci na bezrohý skot několik chovatelských svazů, včetně původních plemen například SA bonsmara (Grobler et al. 2021).

Navzdory úspěšné introgresi lokusu bezrohosti u různých plemen masného skotu zůstává fenotyp nepravých rohů u většiny plemen převládající. Byly zaznamenány rozdíly v růstu rohů a rozdíly v expresi nepravých rohů mezi plemeny (Capitan et al. 2011). Odhalení genetického mechanismu lokusu pro nepravé rohy a identifikace příčinné mutace by pomohlo v managementu a selekci proti nepravým rohům. Liang et al. (2016) zdůraznili význam genové regulace při vývoji rohů a navrhli, že řešení může spočívat ve studii regulačních sekvencí lokusů spojených s fenotypy bezrohosti a nepravých rohů. Gen bezrohosti byl introgenován u rohatého holštýnského skotu pomocí technologií editace genomu s využitím efektorových nukleáz podobných transkripčním aktivátorům (Carlson et al. 2016), ale omezení pro komerční využití zahrnují relativně nízkou úspěšnost, etické problémy a náklady. Multi-omické přístupy ke studiu genomických prvků zahrnujících genovou expresi a molekulární dráhy by mohly přispět k lepšímu pochopení ontogeneze rohoviny, což by také mohlo pomoci při přesném fenotypování stavu rohů skotu. Přestože tyto technologie mají potenciál, limitujícím faktorem pro použití je dostupnost velkých souborů dat s přesnými fenotypy. Strojové učení vyžaduje velký počet fenotypů a je dále komplikováno složitostí a variabilitou fenotypů stavů rohů.

Přestože introgrese lokusu bezrohosti má příznivý výsledek pro zlepšení welfare zvířat, přetrvávají názory, že býci s rohy jsou geneticky méněcenní (Medugorac et al. 2012). Byly zaznamenány nižší plemenné hodnoty u býků holštýnského plemene s genetickou bezrohostí v porovnání s býky s rohy (Windig et al. 2015), což však může být způsobeno malým počtem dostupných bezrohých plemenic a delší selekcí na produkční vlastnosti u rohatých protějšků (Thompson et al. 2017). Doposud nebylo vědecky potvrzeno, že by geneticky bezrozí býci měli nižší libido nebo plodnost ve srovnání s býky s rohy.

Soubor důkazů poukazuje na složitost selekce na bezrohost a nepravých rohů u masného skotu. Řešení spočívá v kombinaci praktické fenotypizace podpořené dostupnými technologiemi (Grobler et al. 2021).

3.2.3.1 Introgrese genu

Introgrese genů se obvykle provádí několika kroky zpětného křížení a selekce. Potomstvo skotu z dárcovské populace zkrížené se skotem z přijímací populace nesoucí introgenovanou cílovou alelu (v tomto případě alelu bezrohosti) se selektuje na zájmové znaky a zpětně se kříží s přijímací populací, aby se obnovil genom původního plemene (Hospital 2005). Tento proces není vždy jednoduchý, může trvat dlouho a vést ke genetickým ztrátám u jiných znaků. Technologický pokrok v molekulární genetice poskytl nové možnosti introgrese příznivých alel z méněcenných populací pomocí informací o genetických markerech (Wall et al. 2005). Genetické markery mohou být použity k přímému urychlení procesu introgrese genů nebo k selekci (Gaspa et al. 2015).

3.2.4 Mapování genu bezrohosti na základě SNP

Základní lokus byl zmapován na chromozomu BTA1 (Georges et al. 1993) a byl přiřazen k intervalu přibližně 1,36 Mb mezi mikrosatelitními markery *RP42-218J17_MS1* (relativní poloha 0,661 Mb) a *BM6438* (2,025 Mb) v centromerické oblasti BTA1 (Drögemüller et al. 2005). Locus nepravých rohů byl původně mapován na BTA19 (Asai et al. 2004), ale pokud jde o francouzské plemeno charolais, vzor dědičnosti a pozici mapování se nepodařilo potvrdit (Capitan et al. 2009). Základní genetický podklad obou těchto znaků není v současné době dobře znám. Mariasegaram et al. (2010) odhalili genové dráhy, které se pravděpodobně podílejí na vývoji rohů u skotu, ale nepodařilo se jim odhalit rozdíly v genové expresi v oblasti BTA1, o které je známo, že obsahuje lokus bezrohosti. Celogenomový průzkum variability SNP v genomu skotu usnadnil hledání genetického základu kvalitativních a kvantitativních znaků v celém genomu. Přítomnost či nepřítomnost rohů je jednoduchý kvalitativní fenotyp, a proto byl použit pro validaci celogenomových analýz založených na různých testech SNP. Například Stella et al. (2010) použili data z International Bovine HapMap a známý fenotyp bezrohosti u černých a červených angusů k ověření svého přístupu k mapování selekčních znaků. Na druhé straně Matukumalli et al. (2009) využili bezrohý fenotyp k prokázání užitečnosti testu Illumina BovineSNP50 pro celogenomové asociační studie u skotu.

Seichter et al. (2012) za nejpravděpodobnější umístění mutace způsobující bezrohlost považují úsek o délce 381 kb, homozygotní ve všech případech. V tomto úseku odhalili jeden jadrový haplotyp devíti sousedních SNP u všech 101 homozygotních případů bezrohlosti, přičemž SNP *ARS-BFGL-NGS-39992* (1 668 494 bp) a *ARS-BFGL-NGS-29653* (2 049 400 bp) jsou prvními doprovodnými variabilními místy. Navzdory zpřesněnému mapování lokusu bezrohlosti jimi pozorované rozložení haplotypů komplikuje, ne-li znemožňuje jakýkoli genový test založený pouze na celopopulační vazebné nerovnováze.

Interval 381 kb obsahující lokus bezrohlosti ukrývá tři geny kódující proteiny, dva pseudogeny a soubor EST exprimovaných ve sdružených tkáních, hypothalamu, mozku a děloze. Tyto tři geny kódující proteiny jsou následující: histonový klastr 1, H4c (*HIST1H4C*), oligodendrocytární transkripční faktor 1 (*OLIG1*) a otevřený čtecí rámec 62 chromozomu 21 (*C1H21orf62*). Dva předpokládané pseudogeny jsou podobné *OLIG2* a ribozomálnímu proteinu S13.

Jejich studie byla první studií synchronní asociace lokusu bezrohlosti se stejnou chromozomální oblastí pro vysokokapacitní sekvenování.

3.3 Výskyt rohatého skotu v minulosti

Při archeologických průzkumech se často nacházejí zvířecí kosti. Ve vzácných případech (kdy byla zvířata například obětována) se nacházejí celé kostry. Mezi tímto archeologickým materiálem byl nalezen bezrohý skot v lokalitách s pozůstatky datovanými od neolitu do raného novověku v řadě zemí včetně Slovenska, Rumunska, Polska, Německa, Velké Británie, Islandu a Anglie (Hambrecht 2009).

Na základě archeologických nálezů bylo prokázáno, že se bezrohlost vyskytovala v Nizozemí na počátku našeho letopočtu. Po prozkoumání důkazů se dospělo k závěru, že tato zvířata byla typická pro pobřežní oblast Nizozemí v době římské (Lauwerier 2015). Kromě nálezů z oblasti dnešního Slovenska pocházejí jedny z nejstarších dokladů o výskytu bezrohého skotu z nálezů kostí v Německu. Při stavbě sídliště Halle byly nalezeny úlomky lebek. Archeologové je datují od období 3 400 až 3 000 před naším letopočtem. Tyto kosti skotu tedy předcházejí staroegyptským vyobrazením skotu a dalších srovnatelných nálezů (Schafberg a Swalve 2015).

Kyselý (2010) popsal zajímavý archeologický případ lebky, která byla nalezena v Hostivících-Litovicích a byla datována od období 3 800 až 3 500 před naším letopočtem. Popsal ji jako zvláštní nález, kdy rohy nebyly připevněné k lebce. Jedná se o rohy nepravé.

Rohy byly položeny vedle kostry. Podle vývoje kostry se jednalo o dospělého jedince, i přesto na rozích, které nepochybně patřily k dané kostře, nebyla patrná pneumatizace, ke které dochází při dospívání zvířete. Došlo se k názoru, že se jedná o nějaký fenomén, kdy rohy nesrostou s čelní kostí.



Obrázek 4: Lebka s nepravými rohy nalezena v Hostivících-Litovicích (Kyselý 2010)

Pro 20. století a současnost lze výskyt bezrohého skotu a pokusy o zvýšení četnosti bezrohého skotu u převážně rohatých plemen shrnout následovně. Ve skupině masného skotu existuje řada plemen bezrohých. Nejvýznamnější z nich jsou aberdeen angus a galloway. Obě jsou v mnoha zemích chována jako masná plemena skotu. Vzhledem k tomu, že bezrohý skot je mezi chovateli žádanější než skot rohatý, tak byly vyšlechtěny bezrohé formy u plemene charolais a hereford. V severských zemích Evropy je bezrohý skot v rámci hlavních plemen častější než u ostatních mléčných nebo kombinovaných plemen (Windig a Eggen 2009). U holštýnského plemene, jako dnes nejvýznamnější mléčného plemene, přetrvávaly po celé 20. století individuální pokusy jednotlivých chovatelů. Pro holštýnské plemeno však teprve v poslední době považují chovatelské organizace chov bezrohého skotu za užitečný a posilují v tomto směru své úsilí (Windig et al. 2015). Vláda v Bavorsku podpořila pokusy o zvýšení frekvence genu bezrohosti u plemene fleckvieh. Tyto pokusy sahají až do 80. let 20. století (Götz et al. 2015).

Geneticky bezrohá plemena se chovají ve Skandinávii a Velké Británii, ale i v jiných částech světa, i když jsou jejich počty malé. Genetická bezrohost se ve velmi nízké frekvenci vyskytuje také u moderního holštýnského skotu (Windig a Eggen 2009). Darwin poukázal na to, že bezrohost u skotu je spontánní variace, a popsal tento jev jako výsledek domestikace prostřednictvím izolace a selekce (Schafberg a Swalve 2015).

3.4 Chování rohatého a bezrohého skotu

U samců je hlavní evoluční přínos rohů v bojích o samice a ochrana stáda. Také slouží k upoutání samice, protože čím větší a silnější rohy samec má, tím spíše upoutá samici a tudíž má větší šanci na páření. Je to z důvodu, že velké a silné rohy jsou známkou dobrého zdraví a genetiky (Preston et al. 2003). U samic rohy rovněž slouží jako ochrana před predátory. Také slouží při bojích o potravu. Samice jimi také chrání své samčí potomky před dominantním samcem ve stádě, což vede k delší přítomnosti jejich synů v rodném stádě. To může zvýšit přežití a reprodukční úspěšnost samčích potomků a tím i genetickou zdatnost matky. Tyto funkce mají přínos pouze u divokých zvířat (Knierim et al. 2015). Pokud jde o chování, přítomnost rohů pravděpodobně ovlivní kvalitu a kvantitu sociálních interakcí i sociální vztahy ve stádě. Kromě toho mohou být rohy používány k sebeobsluze oblastí těla, která jsou jinak nepřístupná. Dobrým příkladem je třeba podrbání se na hřbetě (Winckler et al. 2002). Zdá se, že skot si je svých rohů velmi dobře vědom. Například Menke (1996) uvádí, že rohatý skot se může dostat i k velmi úzkým krmným žlabům, aniž by se srazily, a to nakloněním hlavy. Podle zpráv některých chovatelů jsou některé dokonce schopné špičkami rohů úmyslně otevřít uzavřené krmné žlaby.

Obecně platí, že přítomnost či nepřítomnost rohů ovlivňuje způsob boje skotu. Během tlačení hlava na hlavu mají rohy funkci zaháknout zvířata k sobě, což umožňuje souboj tlačných sil. Bezrohá zvířata naopak bojují převážně údery hlavou, občas ramenem (Knierim et al. 2015). Kling-Eveillard et al. (2015) se domnívá, že bezrohý skot bude méně agresivní než skot rohatý. Dále konstatuje, že bezrohá zvířata jsou považována za klidnější a poddajnější. Tuto jeho domněnku vyvrací Jonassen (1991), který toto pozoroval na dvou stádech. Jedno stádo se skládalo z rohatých zvířat a druhé z bezrohých. Pozorováním zjistil, že u bezrohého skotu bylo více fyzických interakcí. Dále vypožadoval, že ve stádě s rohatými zvířaty bylo více varovných signálů. Toto své zjištění odůvodňuje tím, že v důsledku větší možnosti zranění se rohatá zvířata snaží vyhnout přímé interakci. Za to ale používají více varovných signálů, kterými zastrašují protivníky.

V dřívějších dobách dávali zemědělci přednost skotu s rohy, protože se používal jako tažný a rohy sloužily k připoutání postroje (Rosenberg a Robeis 2005). Jedna z hlavních nevýhod chovu rohatého skotu je rozhodně možnost zranění. Může dojít ke zranění chovatele při manipulaci se zvířaty nebo zranění zvířat během potyček. Během těchto interakcí může docházet až ke smrtelným nehodám (Kling-Eveillard et al. 2015). Pokud se na tuto problematiku podíváme i z ekonomického hlediska, tak jsou patrné další nevýhody chovu

rohatých zvířat. Jedná se především o větší potřebu místa. Rohy také mohou v malých prostorech způsobovat otlaky a zranění, což se projevuje na ceně jatečně upravených těl. Údery mohou způsobovat otlaky na svalovinu, kterou je poté potřeba při zpracování odříznout a tím dochází k finančním ztrátám. Také mohou být ostatní zvířata pod permanentním stresem ze zvířat rohatých. To se může projevit na vadách masa a u dojného skotu to může způsobit i nepatrný pokles dojivosti (Caray et al. 2015).

Rohatý skot vyžaduje upravené podmínky ustájení. Důležitým aspektem pro snížení agonistických interakcí, které mohou vést ke zranění, je zajištění vhodných prostorů ve všech částech stáje (Irggang et al. 2015). Při chovu rohatých dojnic ve volném ustájení je obzvláště důležité zajistit jim takové podmínky ustájení, aby nedocházelo k sociálnímu napětí. Vzhledem k tomu, že rohy jsou potenciálně nebezpečné, pokud jsou používány v agonistických interakcích, zvyšuje se riziko stresu a zranění v situacích, kdy skot nemá dostatečný přístup ke krmnému žlabu a při nedostatečném prostoru (Menke et al. 1999). V čekárně dojírny se krávy běžně shromažďují ve stísněných podmínkách nejméně dvakrát denně. Toto přechodné omezení prostoru může vyvolat zvýšené agonistické chování a následně poranění kůže způsobené rohy. Na druhou stranu by se agonistické interakce mohly snížit, když omezení prostoru překročí kritickou úroveň a krávy již nejsou fyzicky schopny agonisticky jednat (Irggang et al. 2015). Nemožnost dodržovat určitou vzdálenost však mohou zvířata vnímat jako stresující, protože nejsou schopna se vyhnout zvířatům s vyšším hierarchickým postavením. Zvířata s nižším postavením nemohou projevit svůj respekt tím, že ustoupí, a to ani po výhrůžkách (Hopster a Blukhuis 1994).

V praxi lze nalézt různá doporučení pro ekologické dojnice 1,1 až 1,5 m² na krávu, tak Simon et al. (2007) doporučují pro ekologické dojnice 1,4 až 2 m² na krávu. V tomto případě není uvedeno, zda se jedná o zvíře s rohy či bez rohů. Pokud je rozhodnuto ponechat skot rohatý, obecně se předpokládá, že jej lze úspěšně chovat pouze ve volném ustájení za zlepšení podmínek managementu ustájení. Shneider (2010) ve své studii zjistila, že 84 % z 62 chovatelů, kteří chovali rohatý skot, přizpůsobilo stáj rohům svých zvířat alespoň jednou, většinou dokonce dvěma nebo více stavebními úpravami. Panuje všeobecná shoda (Menke a Waiblinger 1999; Caray et al. 2015), že pokud jde o podmínky ustájení, je třeba se zaměřit na konstrukce a rozměry krmných míst, průchodů a prostorových možností obecně. Velký prostor na krávu snižuje agonistické chování a poranění kůže způsobené rohy (Schneider 2022). Aby se předešlo konkurenčním situacím nebo aby se omezily, je dobré, aby hustota populace byla o 10 až 20 % nižší než povolené maximum, které je dané převážně prostorovými možnostmi (Knierim et al. 2015).

Zvířata by měla mít vždy volný výhled do všech směrů, aby bylo možné adekvátně reagovat na ostatní zvířata. Napájecí žlaby, solné bloky, žlaby na koncentrované krmivo, popřípadě kartáče by měly být umístěny tak, aby byl k dispozici volný prostor o minimální délce 3 metry alespoň ze tří stran (Schneider 2022). Dle Caray et al. (2015) je klíčovým faktorem úspěšného chovu rohatých krav v systémech volného ustájení dostatek místa u krmení a sociální řízení stáda, stejně jako schopnost řešit problémy (například okamžitá oprava poškozených kartáčů, napáječek či žlabů a také řešení problémů jednotlivých agresivních zvířat). Jedním z aspektů řízení stáda je začleňování nových zvířat do skupiny, kterému je třeba věnovat zvláštní pozornost. Vysoký průměrný věk a nízká míra obměny je spojena se snížením agresivních interakcí ve stádě, protože to znamená snížení počtu zavádění mladých zvířat do stáda. Méně zranění se očekává ve stádech, kde chovatel nová zvířata postupně přivyká na stádo a věnuje pozornost sociálnímu chování během začleňování. Schneider (2010) doporučuje pro snížení sociálních interakcí zavádět malé skupiny zvířat do stáda místo jednotlivých zvířat.

Dle Menke et al. (1999) mohou být krávy v říji dalším zdrojem značného vyrušení a zvýšených agonistických interakcí ve stádě. Prokázali, že krátkodobé vyřazení krav v říji ze stáda významně souvisí s menším agonistickým chováním. Caray et al. (2015) zase informují, že se to moc nedělá, protože je to náročné na management a prostory. V neposlední řadě se doporučuje odstranit ze stáda agresivní zvířata, která jsou zodpovědná za značné množství zranění. Další možností, jak se vypořádat s jednotlivými agresivními zvířaty, je odřezávání rohů nebo obrušování špiček rohů nebo je zakrýt chrániči. To se ukázalo jako velmi účinné, aby se snížilo riziko zranění (Schneider 2010).

S ohledem na bezpečnost lidí, by měli lidé pohybující se okolo zvířat být ve všech situacích asertivní a klidní, udržovat jasnou komunikaci se zvířaty a být předvídatelní, aby se snížilo chování související se strachem (Knierim et al. 2015).

3.5 Odrohování

Odrohování se provádí třemi způsoby. Jedná se o kauterizaci, chemickou pastu nebo odstranění rohů nožem či pilou (Knierim et al. 2015). Dle Státní veterinární správy České republiky (2023) může chovatel skotu v České republice odrohovávat nebo tlumit růst rohů u telat ve věku do čtyř týdnů pomocí chemické pasty nebo kauterizace. Chovatel tento úkon smí provádět pouze v případě, že splňuje následující podmínky. První je, že musí mít minimálně středoškolské vzdělání s maturitní zkouškou nebo vyšší odborné vzdělání ve veterinárním oboru, nebo jiném oboru, který odpovídá druhu a rozsahu činnosti. Další je absolvování

specializované odborné průpravy se zaměřením na provádění odborných veterinárních úkonů, závěrečné zkoušky a získání osvědčení o způsobilosti k provádění tohoto úkonu. Specializovanou odbornou přípravu organizuje vysoká škola organizující akreditovaný studijní program v oblasti veterinárního lékařství a hygieny, která vydává osobám, které absolvovaly tuto specializovanou odbornou přípravu, osvědčení o způsobilosti k provádění odborných veterinárních úkonů a vede seznam těchto osob.

U dospělého skotu smí narostlé a pneumatizované rohy odstraňovat pouze veterinární lékař s předchozím schválením. Toto schválení je možné dostat pouze v určitých případech, které je potřeba obhájit. Převážně se jedná o deformity rohů, které se občas objevují, pokud při odrohování telete došlo ke špatnému odrohování. Tyto deformity mnohokrát ohrožují zvíře. V ekologickém zemědělství jsou bolestivé zásahy na zvířeti zakázány úplně. Ministerstvo zemědělství může udělit výjimku. Odstraňování rohových pučnic lze povolit pouze v jednotlivých případech, pokud to zlepšuje zdraví, životní podmínky či hygienu hospodářských zvířat nebo pokud by jinak byla ohrožena bezpečnost pracovníků. Příslušný orgán tyto zákroky povolí, pouze pokud je hospodářský subjekt tomuto příslušnému orgánu řádně oznámil a odůvodnil důvody a pokud jej provádí kvalifikovaný personál. Utrpení zvířat se omezuje na minimum pomocí vhodné anestezie nebo analgetik a tím, že jednotlivé zákroky provádí kvalifikovaný personál pouze v nejvhodnějším věku zvířat (Ministerstvo zemědělství České republiky 2021).



Obrázek 5: Deformity rohů (Gabriela Lachová 2015)

Je běžnou praxí zejména v moderních chovech dojnic, aby se snížilo riziko pro chovatele při běžných zákrocích, nebo při veterinárních prohlídkách. Při extenzivním způsobu chovu, který se využívá převážně u masného skotu, se odrohování téměř neprovádí (Duffield 2008). Méně často se provádí v ekologických chovech (Kling-Eveillard et al. 2015). Mezi hlavní důvody odrohování je uváděno snížení rizika poranění ve volném ustájení. Další důvody

jsou například lepší manipulace se zvířaty nebo eliminace poranění během krmení, kdy často dochází k potyčkám (Cozzi et al. 2015).

Různé metody odstraňování rohů lze seřadit na základě akutních kortizolových a behaviorálních reakcí a produkčních účinků. Upřednostňovány jsou metody, které během zákroku vyvolávají nižší celkové reakce na stres, ať už se jedná o reakce behaviorální či fyziologické (Stafford a Mellor 2005). Po odrohování ve většině případů dochází ke snížení příjmu potravy objemného krmiva, nikoli koncentrovaného, a k fyziologickým a behaviorálním reakcím. Mezi fyziologické reakce patří zvýšení hladiny kortizolu a haptoglobinu v krvi. Mezi behaviorální reakce patří třesení hlavou, tření hlavy o okolní předměty, škrábání ocasem a zvýšená vokalizace. Zvířata také více leží. Tyto reakce jsou s největší pravděpodobností způsobeny zvýšeným stresem a bolestí a případně i probíhajícím zánětem (Park et al. 2020). Obecně platí, že čím mladší zvíře, tím méně bolestivý je zákrok. Je to pravděpodobně dáno spíše tím, že je rohová pučnice menší a způsobuje menší trauma (Duffield 2008).

Důležitým hlediskem při zákroku je rychlost a bezpečnost pro zvířata a lidi, stejně jako zvládnutí možných pooperačních problémů spojených s krvácením, nekrózou tkáně, zlomenin kostí při špatné manipulaci a fixaci, zánětu čelních dutin a úhynu (Knierim et al. 2015).

Mnoho chovatelů je přesvědčeno o tom, že odrohování je bolestivé. Proto se většina z nich snaží vyhnout odrohování zvířat s již narostlými rohy, protože se jedná o podstatně bolestivější a více stresující metodu oproti odstranění rohových pučnic v mladém věku zvířat. Zemědělci, kteří se věnují organickému zemědělství, si naopak myslí, že by se zvířata odrohovávat neměla. Podle nich mají být podmínky chovu přizpůsobeny vlastnostem a potřebám zvířat, nikoli naopak (Kling-Eveillard et al. 2015).

Stanovení přesného věku pro odstranění pučnic nebo rohů je obtížné, protože u některých masných plemen dochází k vývoji rohů mnohem později než u mléčných. Také s některými telaty narozenými v extenzivně chovaných stádech se manipuluje až po odstavu ve věku přibližně 5 až 6 měsíců, kdy je kvůli velikosti rohů nutné odstranění pilou. S telaty mléčných plemen se manipuluje již od narození, tudíž mohou být rohové pučnice odstraněné dříve. U některých telat dojde k nedostatečnému odstranění, tudíž roh stejně naroste a je nutné ho odstranit ve vyšším věku, protože se v takovémto případě často objevují deformity. Tyto deformity zvířeti vadí a mohou ho i zranit (Stafford a Mellor 2011). Odstranění pučnic se provádí v době, kdy jsou rohové pučnice 5 až 10 milimetrů dlouhé, snadno hmatatelné. Legislativa týkající se odrohování se v jednotlivých zemích liší. Například ve Švédsku je odrohování bez lokální anestezie zakázáno. V Dánsku lze telata odrohovat bez použití lokální anestezie do věku čtyř týdnů. Ve Spojeném království je odstranění pučnic pomocí chemické

pasty povoleno, pokud je tele mladší jeden týden (Stafford a Mellor 2005). V některých zemích je přeprava zvířat s dlouhými rohy zakázána, takže jsou před přepravou odstraněny celé rohy nebo jen jejich konce (Stafford a Mellor 2011).

Rohy lze považovat za zásadní součást přirozenosti krávy. Odrohování nemění pouze vzhled zvířete, ale také její chování, zejména sociální. Další kritikou odrohování je, že je to spíše prostředek k přizpůsobení zvířat systému chovu, než by nabízel adekvátní prostředí pro jejich druhově specifické chování (Cozzi et al. 2015).

Mezi hlavní důvody odrohování patří bezpečnost. Odrohovaný skot je méně nebezpečný ošetřovatelům, než skot s rohy. Běžné pohyby zvířete hlavou, například při odhánění much, by mohly nepozorné pracovníky skotu náhodně zranit. Záměrně vedené útoky rohatých zvířat mohou způsobit větší škody než u zvířat bez rohů. Dle Menke et al. (2004) však k nehodám s rohy dochází především ve vazných stájích v souvislosti s přivazováním a odvazováním zvířat. Ve volném ustájení zvýšené riziko nevidí. Waiblinger (2000) dospěl na základě průzkumu záznamů o nehodách k závěru, že nehody, které vedou k těžkým zraněním nebo dokonce k úmrtí, jsou zpravidla způsobeny přitlačením na zeď, nikoli zraněním rohy. Další důvod je zranění zvířat mezi sebou. Dle Menke (1996) může být rozsah zranění, způsobený rohy, různý. Jedná se o zranění od odřené srsti nebo drobných kožních poranění, která jsou problematická zejména v případě, že je zasaženo vemeno či vulva. Údery rohů do vemene mohou mít za následek výskyt krve v mléce, což má také ekonomické důsledky, protože mléko nelze prodávat dříve, než je mléko bez krve. Také je často potřeba nákladné veterinární ošetření. Silný úder do trupu může mít za následek i prasknutí břišní dutiny nebo potrat.

Z ekonomického hlediska se běžně předpokládá, že přizpůsobení stájí a managementu speciálním potřebám rohatého skotu znamená vyšší náklady na ustájení, investice a náklady na pracovní sílu. Kromě toho v regionech se specializovaným kožedělným zbožím i menší poškození kůže může snížit prodejní hodnotu kůže. Škrábance na kůži mohou vznikat zejména při přehánění (Rosenberger a Robeis 2005).

Jedna z nevýhod odrohování je, že způsobuje u zvířat bolest. Odrohování způsobuje poškození tkáně, které vede k aktivaci a uvolnění intracelulárního obsahu z poškozených buněk, zánětlivých buněk a nervových vláken (Anderson a Muir 2005). Fyziologické ukazatele zahrnují reakce sympatiko-adrenomedulárního systému, jako jsou změny srdeční frekvence nebo plasmatických koncentrací katecholaminů a reakce hypotalamo-hypofyzárně-adrenokortikálního systému, konkrétně změny koncentrací kortizolu, adrenokortikotropního hormonu a faktoru uvolňujícího kortikotropin (Frandsen et al. 2013). Ukazatele týkající se

sympatiko-adrenomedulárního systému mohou být užitečné pro porovnání zkušeností skotu bezprostředně po odrohování.

Pro měření stresu vyvolaného bolestí po odrohování bylo nejčastěji použito měření změn plasmatických koncentrací kortizolu (Menke et al. 2004). Obecně lze reakci kortizolu rozdělit do dvou hlavních fází. První vrchol plasmatických koncentrací kortizolu je pravděpodobně způsoben nocireceptorovým impulsem způsobeným odstraněním rohu. Plató pokles na úroveň před zákrokem může představovat fázi, kdy v reakci dominuje bolest související se zánětem a jeho odezvou (McMeekan et al. 1998).

Behaviorální reakce mohou být modifikovány věkem, plemenem, předchozími zkušenostmi, temperamentem. Například zejména mladší telata mohou na intenzivní bolest reagovat pouhou apatií, která se projevuje netečným ležením s hlavou na boku a malou reakcí na podněty, například na podněty způsobené jinými telaty. Stilwell et al. (2009) zjistil, že Taschke (1995) však takové rozdíly v závislosti na věku nezjistil. Obecným problémem při interpretaci ukazatelů chování je, že nízká zjevná reakce nemusí nutně znamenat absenci bolesti. Zejména u kořistních druhů, jako je skot, se nízká reaktivita vyvinula jako způsob zakrytí zranitelnosti vůči potenciálním predátorům. Velmi jemné příznaky (například netečné ležení nebo mělké dýchání) mohou mít zásadní význam i u staršího skotu.

Někteří chovatelé si myslí, že je lepší, aby zvířata podstoupila bolestivé odrohování, protože se jedná o krátkodobou bolest. Je to z toho důvodu, že v pár případech došlo ke zlomení rohů, které je podle těchto chovatelů podstatně bolestivější a nebezpečnější (Duffield 2008).

Odrohování prováděné bez zmírnění bolesti je považováno za klíčový problém welfare skotu. Uvádí se, že podání lokálních anestetik snižuje počáteční zvýšení plasmatické koncentrace kortizolu a chování spojené s bezprostřední a pooperační reakcí na bolest. Studie zabývající rozsahem nebo délkou léčby před a po odrohování jsou velmi různorodé. Proto je stále obtížné vyvodit konkrétní doporučení týkající se použití analgesie a nesteroidních protizánětlivých léků. Dlouhodobým řešením, jak snížit potřebu odrohování, může být chov geneticky bezrohého skotu (Marquette et al. 2023).

	Masný skot	Mléčný skot
Podniky, kde se odrohovává	46,8 %	80,7 %
Podniky s geneticky bezrohým skotem	7,3 %	0,9 %
Kauterizace	68,4 %	80,4 %
Chemická pasta	28,8 %	16 %
Odříznutí pučnice	2,6 %	3,5 %
Medikace při odstraňování pučnic	26,2 %	35,5 %
Odrohování narostlých rohů	27,9 %	11,1 %
Medikace při odrohování	37,9 %	57,2 %

Tabulka 2: Nejčastější metody odrohování u skotu v Evropské unii a v kolika procentech je zvířatům podána medikace (Caray et al. 2015)

3.5.1 Metody odrohování

Cílem všech způsobů odrohování je zničit malý prstenec kůže obklopující rohovou pučnicí. Rohová tkáň se tvoří ze specializovaných buněk nacházejících se v této oblasti. Aby byly tyto metody úspěšné, měly by být použity dříve, než dojde k výraznému růstu rohů (Parson a Jensen 2006). Chemické metody a metody odrohování teplem ničí buňky produkující rohovinu, zatímco fyzické metody je vyřezávají (Vickers et al. 2005).

V rámci projektu ALCASDE se odrohování dělí na odstranění rohových pučnic u telat do dvou měsíců věku a odstranění rohů u starších zvířat. Odstranění rohových pučnic se provádí pomocí horkého železa, což se nazývá kauterizace, nebo chemické pasty. U dospělých zvířat se odřezávají již narostlé rohy. K tomu se nejčastěji využívá pila (Kling-Eveillard et al. 2015).

3.5.1.1 Kauterizace

Kauterizace se využívá u telat ve věku 4 až 6 týdnů (Graf a Senn 1999). Stafford a Mellor (2005) ale tvrdí, že kauterizaci lze provádět v případě, že rohové pučnice jsou 5 až 10 milimetrů dlouhé, což je většinou až do 8 týdnů věku. Rohová pučnice a tkáň se ničí několikasekundovým spálením kauterem, který zahřívá pučnici a okolní tkáň (Weaver et al. 2018). Kauter způsobuje popáleniny třetího stupně v oblasti přímého kontaktu. Okolní tkáň vykazuje popáleniny prvního a druhého stupně (Caray et al. 2015). Kauter může být plynový nebo elektrický. Může být zahříván plynem butanem nebo 12 či 24 voltovým elektrickým proudem (Stafford a Mellor 2005).



Obrázek 6: Kauterizace u telete (Gabriela Lachová 2015)

Během tohoto procesu se telata prudce brání a musí být patřičně fixována (Graf a Senn 1999). Chování po kauterizaci naznačuje, že bolest trvá nejméně čtyři hodiny (Hennrich et al. 2009). Při kauterizaci by mělo být tele pevně připoutáno v krmném boxu nebo ve fixační kleci. Volný konec kauteru má malou prohlubeň ve tvaru pohárku, která zapadá kolem pučnice. Železo by se mělo zahřát na matně červenou barvu, přitlačit na oblast kolem pučnice a pomalu otáčet mírným tlakem po dobu asi 10 vteřin až 3 minut, aby se zničila tkáň tvořící rohovinu (Parson a Jensen 2006). Pokud kauter není dostatečně horký, může tento zákrok trvat mnohem déle. Železo by mělo projít celou tloušťkou pučnice, jádro musí zhnědnout. Tím, že se zničí cévy, které obklopují pučnici, se potlačí další růst rohoviny (Stilwell et al. 2007). Předpokládá se, že by teplo mělo uzavřít poškozené krevní cévy, a proto by při správném postupu nemělo dojít ke krvácení. Kauterizace také minimalizuje riziko infekce (Parson a Jensen 2006).

Není dobře známo, co přesně způsobuje bolest při popáleninách. Po zákroku je bolest způsobena uvolňováním chemických látek, jako je histamin, bradykinin a prostaglandiny, v poraněných místech a jejich okolí. Periferní a centrální nervové mechanismy také dobře slouží pro vysvětlení šíření bolesti v okolních oblastech. Laboratorní studie na lidech a zvířatech naznačují, že fenomén hyperalgezie (zvýšená citlivost na bolest a spontánní bolest) trvá od několika minut do několika hodin. Může být částečně důsledkem senzibilizace určitých tříd nocireceptorů v místě poranění a částečně ze senzibilizace určitých tříd nocireceptorů v místě poranění (Stilwell et al. 2007). Kortizolová reakce na kauterizaci trvá přibližně 1 až 4 hodiny. Po prudkém vzestupu následuje rychlý pokles na úroveň před kauterizací. Avšak i když se hladiny kortizolu vrátily dříve na kontrolní hodnoty, byly stále patrné známky bolesti a stresu. Faulkner a Weary (2000) zjistili behaviorální známky bolesti, jako například trhání hlavou a mrskání ušima během celých 24 hodin pozorování, zatímco reakce kortizolu obvykle klesly na úroveň před zákrokem po 4 hodinách od ukončení kauterizace.

3.5.1.2 Chemické odstranění rohových pučnic

Při chemickém odstraňování rohových pučnic se využívá pasta nebo tyčinka s hydroxidem sodným nebo draselným (Stafford a Mellor 2005). Tyto chemikálie spálí tkáň. Toto poleptání pokračuje po celou dobu přítomnosti chemikálie. Aby se minimalizovalo zbytečné poškození kůže, měla by být oblast kolem pučnice odmaštěna chirurgickým lihem. Nevýhodou tohoto chemického odstraňování pučnic je, že se chemikálie může rozšířit do okolní tkáně nebo může být olíznuta jiným zvířetem. Tím může způsobit zranění jiných telat, a pokud jsou telata stále pod matkou, i zranění vemene kojící krávy (Stilwell et al. 2009).

Optimální věk pro zajištění úspěchu odstranění pučnic pomocí pasty je 8 až 14 dnů, ale někdy se používá až do věku 3 až 4 týdnů (Stafford a Mellor 2005). Před aplikací by měla být oblast kolem pučnic oholena. Poté se pučnice navlhčí několika kapkami vody. Pučnice a plochy kolem nich se potrou pastou, dokud se pokožka nezbarví do červena (Stilwell et al. 2009). Potřená oblast se zjizví a zvrásní, což může trvat asi 1 až 1,5 minuty. Žíravá pasta zůstává na pučnici, dokud nedojde k odejmutí zničené tkáně, což trvá 4 až 6 týdnů. Dokud je účinná chemická pasta v kontaktu s tkání, poškození pokračuje. Telata ošetřená touto pastou musí být po určitou dobu chráněna před deštěm, aby se zabránilo vyplavení žíravé pasty na obličejovou část. Pokud se dá příliš mnoho pasty, může to vést k nekrotám, které mohou postihnout i čelní kosti lebky (Parson a Jensen 2006).

3.5.1.3 Fyzické odstranění rohových pučnic

Tato metoda zahrnuje fyzické odstranění rohových pučnic za použití nože. Je důležité, aby škára a tkáň obklopující rohovou pučnici také byla odstraněna, aby nedošlo k tomu, že roh opět naroste. Narostlé rohy po odrohování totiž ve většině případů způsobují, že rohy rostou v různých deformitách, které je potřeba odstranit v pozdějším věku. Tuto metodu používají asi 3 % evropských farmářů (Marquette et al. 2023).

3.5.1.4 Odstranění narostlých rohů

V tomto případě se odrohování provádí nejčastěji elektrickou pilou. Zvířata jsou při zákroku fixována na krmném místě nebo ve fixační kleci. Jedná se o složitější zákrok. Z tohoto důvodu tuto metodu, na rozdíl od těch předchozích, ve většině případů neprovádí chovatelé sami, ale žádají o to veterinární lékaře či techniky. Při této metodě dochází ke krvácení a k otevření čelních dutin. Po odstranění rohů se může použít kauter na vypálení rány. Takto

ošetřená rána je sterilní a nekrvácí. V případě, že se po zákroku kauter nepoužívá, tak se ve většině případů rána desinfikuje a nasadí se léky, aby nedošlo k infekci. V některých zemích se roh před zákrokem nebo během zákroku podváže, aby se zabránilo krvácení (Kling-Eveillard et al. 2015).

Akutní bolest způsobená odříznutím rohu je značná a zvířata se během zákroku snaží uniknout. Během 6 až 8 hodin po odrohování zvířata více vrtí ocasem a hlavou a méně přezvykují (Sylvester et al. 2004). U dospělého skotu nebo skotu staršího 6 měsíců se musí odříznout kostěné jádro rohu. K dispozici jsou různé speciální nástroje. Kostní tkáň by měla být rozřezána, nikoli pouze rozdrcena nebo rozlomena. Aby nedošlo k rozdrcení nebo prasknutí lebečních kostí, měly by se při odrohování používat ostré drátěné pily. Pokud dojde k rozdrcení nebo prasknutí kostí, například v důsledku náhlé obranné reakce zvířete při odrohování elektrickou pilou s tupým ostřím, je pravděpodobnější, že dojde k infekci (Parson a Jensen 2006).

Od 7. či 8. měsíce věku dochází k pneumatizaci kostěného jádra rohoviny, což znamená, že se dutina při amputaci rohu otevře. Odrohování pak zanechává otevřený otvor, který zasahuje až do lebeční dutiny. Na povrch rány se nanáší sulfamidová pasta nebo antibiotická mast (Stilwell et al. 2009). Je potřeba zabránit, aby se do otevřené dutiny nedostal potrava, prach či hmyz. Čerstvě odrohovaná zvířata by měla být také chráněna před deštěm, dokud se otevřená dutina nezhojí, což trvá přibližně 4 až 8 týdnů. Pokud dojde k zánětu vedlejších nosních dutin, je třeba dutinu propláchnout. Aby se zabránilo infekcím způsobeným mouchami a červy v ráně, měl by se tento zákrok provádět za chladného počasí. Po zákroku se otevřený otvor většinou zakrývá gázou nebo bavlnou. Je také důležité zastavit krvácení, pokud se po zákroku nějaké objeví. Nejčastěji se k tomu používá kauter. Lze také kolem základny rohu uvázat provázek, který bude působit po dobu 24 hodin (Parson a Jensen 2006).

3.5.2 Úleva od bolesti při odrohování

Odrohování vyvolává behaviorální a fyziologické změny včetně stresu, bolesti a zánětlivých reakcí (Stafford a Mellor 2005). Fyziologické a behaviorální reakce na odrohování svědčí o bolesti. Tento postup je spojen se značnými etickými obavami a obavami o welfare (Costa et al. 2019).

V chovu skotu se ke zmírnění stresu, bolesti, zánětlivých reakcí a abnormálního chování po zákrocích odrohování a kastrace používá lokální anestezie, lidokain a/nebo nesteroidní protizánětlivé léky, jako je flunixin (Herskin a Nielsen 2018). Účinky léčby lidokainem s flunixinem na zmírnění stresu, bolesti a zánětu se však v jednotlivých studiích liší.

Odrohování zvýšilo stresový ukazatel kortizol a flunixin jej ve většině případů nesteroidní protizánětlivý lék meloxikam hladinu kortizolu u holštýnských telat nesnížil (Glyn et al. 2013). Odrohování také zvýšilo ukazatel haptoglobin, který je vylučován při stresových reakcích ledvinami, v důsledku chirurgického zákroku a doprovodné zánětlivé reakce (Allen et al. 2013). Po odrohování u telat holštýnského skotu měla na koncentraci haptoglobinu kombinace lokálních anestetik a flunixinu nebo meloxikamu zmírňující účinky (Allen et al. 2013; Glyn et al. 2013). Seung Ju Park et al. (2015) sledovali účinky podání lidokainu a flunixinu při odrohování. V jejich studii způsobilo podání lidokainu s flunixinem snížením behaviorálních projevů indikujících bolest. To naznačuje, že tato kombinace má účinek snižující bolest.

Jelikož se různé studie liší, tak není možné přesně říci, jaké léky či jejich kombinace jsou nejlepší. Vzhledem k tomu, že ve většině případů bylo vypořádováno snížení stresu a behaviorálních reakcí, tak je dobré tyto léky podávat. Nejlepší je podat lokální anestezii hlavně z toho důvodu, že zvířata zákrok nebolí a brání se minimálně. Celková anestezie se téměř neužívá, protože by byla ekonomicky náročná (Stafford a Mellor 2005).

Pro usnadnění odrohování a snížení stresu zvířat a ošetřovatelů při manipulaci s nimi, se někdy podávají sedativa. Protože však Löscher (2006) popsal xylazin jako látku zmírňující bolest u skotu, v praxi se poměrně často setkáváme s mylnou představou, že hluboká sedace poskytuje také anestezii. U různých skupin telat, která byla sedována xylazinem v kombinaci s analgetikem butorfanolem, došlo ke snížení fyzické aktivity, jako jsou pohyby končetin během kauterizace, a reakci kortizolu v prvních 30 minutách po zákroku, ale pouze mírně snížila trhání hlavou ve srovnání se zvířaty bez sedace. Stilwell et al. (2009) také zjistili, že telata ošetřena pouze xylazinem se více vzpírala, více mrskala ušima po 10, 24 a 40 minutách a více třásla hlavou po 40 minutách po kauterizaci ve srovnání s telaty ošetřenými kombinací xylazinu a lidokainu. Všechny skupiny se sedativy vykazovaly podobně vysoké plasmatické koncentrace kortizolu.

Dále se používá při odrohování lokální anestezie. Rohový nerv, větev trojklaného nervu (V. lebeční nerv), zajišťuje citlivost kůže v oblasti pučnice. Injekce lokálního anestetika kolem tohoto nervu, který prochází čelním hřebenem, tuto oblast znecitlivuje (Frandsen et al. 2003). Částečně odlišné výsledky, týkající se vlivu lokální anestezie na fyziologické a behaviorální indikace bolesti vůči odrohování, byly získány v různých experimentálních šetřeních (Graf a Senn 1999). Částečně mohou být způsobeny různými metodami odrohování, které se používají u telat různého věku a různým podáním lokální anestezie, například pokud jde o aplikované objemy anestetika. Například Morisse et al (1995) pozorovali neúplnou až nedostatečnou účinnost anestezie při aplikaci chemické pasty a kauterizaci u 40 % zvířat, která se stále

pokoušela uniknout při zákroku, zatímco 60 % zůstalo nehybných a nevykazovalo žádné známky bolesti. Faulkner a Weary (2000) upozorňují, že rozdíly v behaviorální reakci mezi ošetřenými a neošetřenými telaty mohou být nepatrné, takže je pro pozorovatele obtížné si být jistý, zda se dosáhlo kýženého účinku. Z tohoto důvodu by měla být účinnost lokální anestezie před odrohovááním kontrolována citlivostí kůže v okolí rohové pučnice. To také znamená, že osoba provádějící odstraňování pučnic by měla před zahájením vždy poskytnout dostatečnou dobu, aby anestetikum znecitlivělo danou oblast. Navzdory jednotlivým studiím, které našly náznaky uvolnění bolesti prostřednictvím lokální anestezie, Stafford a Mellor (2005) ve svém přehledu uvedli, že blokáda kornuálního nervu pomocí lidokainu snižuje okamžité behaviorální reakce na bolest, jako je útekové chování pozorované během odrohováání a eliminuje plasmatickou kortizolovou reakci po dobu svého působení.

Telata, která jsou ošetřena lokálním anestetikem, stále vyžadují fixaci, protože reagují jak na bolestivost zákroku, tak na fyzické omezení. Injekce lokálního anestetika vyvolává přechodný stres a bolest, které nejsou primárně způsobeny samotnou punkcí, ale jsou pravděpodobně způsobeny v důsledku tlaku způsobeného vstříknutým objemem (Graf a Senn 1999). Nicméně mírný vzestup koncentrace kortizolu a obranné akce často ustaly již v průběhu injekce, protože rychle nastupuje anestezie. Přesto musí být telata po dobu aplikace lokálního anestetika fixována a to i během samotného odrohováání. To vede k domněnce, že by se měla používat nejen lokální anestetika, ale také sedativa, a navíc by se měly po analgezii podat nesteroidní protizánětlivé léky (Stafford a Mellor 2005). Je však nutné vzít také v úvahu, že sedace by mohla způsobit další stres a v závislosti na jejím rozsahu by mohla snížit fyzické reakce na nedostatečné anestetické účinky, takže monitorování účinnosti anestezie je obtížnější (Stilwell et al. 2009).

Lokální anestezie neposkytuje dostatečnou úlevu od pooperační bolesti. Po odeznění anestetického účinku dochází ke zvýšení plasmatické koncentrace kortizolu, která může přetrvávat na vysoké úrovni po dobu přibližně pěti hodin (Sutherland et al. 2002). Faulkner a Weary (2000) zjistili nárůst chování souvisejícího s bolestí za 3 až 12 hodin po kauterizaci u telat ošetřených lokální anestezií. Nejoblíbenější lokální anestetikum, lidokain, je účinné pouze asi dvě hodiny po podání, bupivakain čtyři hodiny (Stafford a Mellor 2005). Z tohoto důvodu telata, ošetřená anestetiky, vykazují až 24 hodin po kauterizaci výrazně vyšší koncentrace kortizolu než telata, kterým anestezie podána nebyla (Morisse et al. 1995). Z dalších studií vyplývá, že telata ošetřená anestetiky mají skutečně vyšší plasmatickou koncentraci kortizolu než neléčená zvířata poté, co lokální anestetikum ztrácí svou účinnost (Graf a Senn 1999).

McMeekan et al. (1998) předpokládali, že lokální anestezie může nepřímo zesilovat zánětlivou bolest u telat po odrohování, protože kortizol je u savců silnou protizánětlivou látkou, která je však výrazně snížena v době působení lokální anestezie. Zabránění obvyklé velké kortizolové odezvě během nervové blokády by tedy mohlo vést k neomezené progresi zánětlivých reakcí v organismu. Dalším vysvětlením může být, že telata, kterým nebyla podána lokální anestezie, si mohou zvyknout na škodlivé smyslové vjemy z ran, takže mohou stále pociťovat nocireceptorový vstup, ale ten již nevyvolává tak velkou kortizolovou odezvu v důsledku zpětné vazby (Graf a Senn 1999).

V každém případě je podání nesteroidních protizánětlivých léků, například ketoprofenu (fenylbutazon je podle Sutherland et al. 2002 neúčinný), dobrou možností, jak prodloužit pooperační analgezií (Stafford a Mellor 2005). Perorální podání ketoprofenu v mléce 2 hodiny před a 2 a 7 hodin po kauterizaci u 4 až 8 týdnů starých telat (v kombinaci s injekcemi xylazinu a lidokainu), významně snížilo třesení hlavou 3 až 12 hodin po odrohování a mrskání ušima 3 až 24 hodin po odrohování ve srovnání s kontrolními zvířaty, kterým byl podán pouze xylazin a lidokain. Kromě toho měla telata ošetřená ketoprofenem tendenci přibývat na váze během celkové doby sledování 24 hodin po odrohování ve srovnání s kontrolními zvířaty. Telata takto ošetřená ketoprofenem však stále vykazovala určité třesení hlavou a mrskání ušima. Kromě toho léčba vůbec nesnížila četnost tření hlavy o okolní předměty (Faulkner a Weary 2000).

McMeekan et al. (1998) zjistili, že plasmatický kortisol a behaviorální reakce se v hodinách po odrohování udržovaly blízko výchozích hodnot, ačkoli 30 minut po odrohování došlo k malému, leč významnému zvýšení koncentrace kortisolu. Je důležité poznamenat, že ketoprofen nebo jiné nesteroidní protizánětlivé léky budou mít malý účinek na bolest, která nastupuje až 2 hodiny po odrohování (Graf a Senn 1999). V tomto směru samotný ketoprofen neměl žádný účinek. Významně nesnížil počáteční vrchol plasmatické koncentrace kortisolu během prvního týdne po odrohování (McMeekan et al. 1998).

Bučková et al. (2022) zkoumali rozdíl v chování po odstranění pučnic u telat ustájených individuálně a skupinově. Domnívali se, že telata ve skupinovém ustájení se budou po zákroku rychleji zotavovat. To se v jejich studii však nepotvrdilo. Může to být způsobeno ale i krátkou dobou pozorování, jak ve své studii uvedli. Telata ve skupinovém ustájení ale začala dříve přijímat potravu. Ve své studii ale zjistili významné změny v chování u telat, kterým byla podána lokální anestezie a nesteroidní protizánětlivé léky. Ošetřená telata vykazoval menší známky stresu než telata neošetřená. Z tohoto důvodu by bylo dobré, aby byly lokální anestezie a nesteroidní protizánětlivé léky podány při těchto zákrocích.

V následující tabulce jsou údaje z výzkumu Park et al. (2020), kdy zkoumali koncentraci kortisolu a haptoglobinu v krvi po odrohování. Jedná se o srovnání, kdy jedné skupině byl podán lidokain s flunixinem a té druhé nikoli. Z jejich studie vyplývá, že při podání lidokainu s flunixinem je nižší hladina kortisolu i haptoglobinu v krvi. U haptoglobinu byla hladina vyšší při podání lidokainu s flunixinem pouze okamžitě po zákroku a 14 dní po zákroku.

	Čas	Podání LF	Bez LF
Kortisol (ng/mL)	0 h	31,1	36,9
	0,5 h	77,6	112
	5 h	12,8	15,9
	1 den	27,4	40,4
	3 dny	23,5	73,2
	7 dní	23,8	73,2
Haptoglobin (mg/mL)	0 h	6,42	4,34
	5 h	77,36	16,38
	1 den	15,3	25,1
	3 dny	11,7	16,5
	7 dní	3,14	4,62
	14 dní	5,5	4,8

Tabulka 3: Hladiny kortisolu a haptoglobinu krve při odrohování s podáním a bez podání LF (Park et al. 2020).

3.5.3 Projekt ALCASDE

Tento projekt byl dotovaný Evropskou unií. Cílem bylo vyvinout a propagovat alternativy k odrohování skotu, aby se zlepšilo jejich welfare. Jsou tři různé alternativy odrohování. První způsob je rohy neodstraňovat. Další způsob je chovat geneticky bezrohý skot a poslední je přejít na méně stresující metody odstraňování rohových pučnic nebo rohů samotných (Kling-Eveillard et al. 2015).

Ve výstupu projektu ALCASDE byla vypracována doporučení pro krátkodobé i dlouhodobé strategie. Pokud jde o krátkodobé strategie, zlepšení postupů odstraňování rohových pučnic musí představovat příležitost pro země Evropské unie. Na jedné straně používání správné praxe a školení o odstraňování rohových pučnic v evropských zemích přispěje k používání vhodných technik odpovídajícím způsobem. Na druhé straně by použití

vhodného prostředku k uvolnění bolesti vyškoleným personálem mohlo snížit stres zvířat při odstraňování rohových pučnic. V dlouhodobých strategiích je třeba uvažovat o využití genu pro bezrohosti jako o alternativě k odrohování, ale budoucnost geneticky bezrohého skotu je obtížné předvídat. Vzhledem k tomu, že odrohování ve volném systému ustájení do značné míry převažuje, je k dispozici jen málo doporučení a informací pro zemědělce, kteří chtějí chovat rohatý skot, a k poskytnutí cenných rad je zapotřebí dalšího výzkumu. Chov rohatého skotu by mohl způsobit ekonomické ztráty v souvislosti s vyššími investičními náklady a zemědělci potřebují v některých případech další podporu. Jelikož však existuje riziko, že rozvoj chovu geneticky bezrohého skotu vyvolá nedostatek rohatého skotu, je třeba zdůraznit, že politická volba musí zachovat rovnováhu mezi oběma alternativami a svobodou volby pro zemědělce (ALCASDE 2009).

4 Závěr

Bezrohost je ovlivňována jedním genem velkého účinku. Je dominantní nad rohatostí. Kromě těchto dvou alternativ se u skotu mohou také nacházet nepravé rohy. Nepravé rohy jsou dominantní nad bezrohostí. Dále je spekulace o existenci čtvrtého genu, který způsobuje rohy afrického typu, ale ten zatím nebyl potvrzen.

Vzhledem k tomu, že chov rohatých zvířat má více negativ než pozitiv, tak je snaha o to, vyšlechtit bezrohé varianty. Mezi hlavní nevýhody rohatých zvířat patří možnost zranění ostatních zvířat nebo lidí. Šlechtění je složité v tom, že bezrozí býci mají nízké plemenné hodnoty mléčné užitkovosti, což je nežádoucí. Další problém je, že vzhledem k tomu, že je málo geneticky bezrohých býků, tak je velká pravděpodobnost inbreedingu.

Pokud je skot rohatý, tak se ve většině případů odrohovává. Odrohovávání se dělí na dvě možnosti. Buď se odstraní rohové pučnice u telat do věku 4 týdnů, nebo rohy narostlé u dospělých zvířat. V České republice je odrohovávání dospělého skotu povoleno pouze v některých případech, které musí být schváleny ministerstvem zemědělství. Rohové pučnice se odstraňují buď kauterem, chemickou pastou nebo odříznutím.

Při odstraňování rohových pučnic je dobré podat zvířeti lokální anestetikum a poté nesteroidní protizánětlivé léky. Pokud se odrohovává dospělý skot, je potřeba ránu důkladně ošetřit, protože dochází k otevření čelních dutin.

5 Literatura

- ALCASDE. 2009. ALCASDE – Final report. Available from https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_research_alcasade_final-report.pdf
- Allen KA, Coetzee JK, Edwards-Callaway LN, Glyn H, Dockweiler J, KuKanich B, Lin H, Wang C, Fraccaro E, Jones M, Bergamasco L. 2013. The effect of timing of oral meloxicam administration on physiological responses in calves after cautery dehorning with local anesthesia. *Journal of Dairy Science*, **96.8**: 5194-5205.
- Aldersay J. E, Sonstegard T. S, Williams J. L, Bottema C. D. K. 2020. Understanding the effects of the bovine POLLED variants. *Animal Genetics*. DOI: 10.1111/age.12915
- Anderson DE, Muir W. 2005. Pain management in ruminants. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, **21.1**: 19-31.
- Asai M, Berryere TG, Schmutz SM. 2004. The scurs locus in cattle maps to bovine chromosome 19. *Animal Genetics*, **35.1**: 34-39.
- Bučková K, Moravcsíková R, Rajmon R, Špinka M. 2022. Indication of social buffering in disbudded calves. *Scientific Reports*, **12**(1), 13348.
- Capitan A, Grohs C, Gautier M, Eggen A. 2009. The scurs inheritance: new insights from the French Charolais breed. *BMC Genetics*, **10**, 33.
- Capitan A, Grohs C, Weiss B, Rossignol MN, Reversé P, Eggen A. 2011. A newly described bovine type 2 scurs syndrome segregates with a frame-shift mutation in TWIST1. *PloS one*, **6.7**: e22242.
- Carlson DF, Lancto CA, Zang B, Kim ES, Walton M, Oldeschulte D, Seabury C, Sonstegard TS, Fahrenkrug SC. 2016. Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nat. Biotechnol.* **34**, 479-481.
- Carray D, de Boyer des Roches A, Frouja S, Andanson S, Veissier I. 2015. Hot-iron disbudding: stress responses and behavior of 1-and 4-week-old calves receiving anti-inflammatory analgesia without or with sedation using xylazine. 2015. *Livestock Science*, **179**:22-28.
- Costa JHC, Cantor MC, Adderley NA, Neave HW. 2019. Key animal welfare issues in commercially raised dairy calves: social environment, nutrition, and painful procedures. *Canadian Journal of Animal Science*, **99.4**: 649-660.

- Cozzi G, Gottardo F, Brscic M, Contiero B, Irrgang N, Knierim U, Pentelescu O, Windig JJ, Mirabito L, Kling Eveillard F, Dockes AC, Veissier I, Velarde A, Fuentes C, Dalmau A, Winckler C. 2015. Dehorning of cattle in the EU Member States: A quantitative survey of the current practices. *Livestock Science*, **179**: 4-11.
- Drögemüller C, Wöhlke A, Mömke S, Distl O. 2005. Fine mapping of the polled locus to a 1-Mb region on bovine chromosome 1q12. *Mammalian Genome*, 613-620.
- Duffield T. 2008. Current data on dehorning calves. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceeding*, 25-28.
- Faulkner PM, Weary DM. 1995. Reducing pain after dehorning in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, **83.9**: 2037-2041.
- Frandsen RD, Wilke WL, Fails AD. 2013. *Anatomy and physiology of farm animals*. John & Sons.
- Gaspa G, Veerkamp RF, Calus MPL, Windig JJ. 2015. Assessment of genomic selection for introgression of polledness into Holstein Friesian cattle by simulation. *Livestock Science*, **179**: 86-95.
- Georges M, Dietz AB, Mishra A, Nielsen D, Sargeant LS, Sorensen A, Steele MR, Zhao X, Leipold H, Womack JE. 1993. Microsatellite mapping of the gene causing weaver disease in cattle will allow the study of an associated quantitative trait locus. *Proceeding of the National Academy of Science*, **90.3**: 1058-1062.
- Glynn HD, Coetzee JF, Edwards Callay LN, Dockweiler JC, Allen KA, Lubbers B, Jones M, Fraccaro E, Bergamasco LL, KuKanich B. 2013. The pharmacokinetics and effects of meloxicam, gabapentin and flunixin in postweaning dairy calves following dehorning with local anesthesia. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, **36.3**: 550-561.
- Goddard ME, Hayes BJ. 2007. Genomic selection. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, **124**(6), 323-330 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2007.00702.x>.
- Gottschalk A, Alps H, Rosenberger H, Ferstl R, Gierl H, Strasser H. 1992. *Praktische Rinderzucht und Rinderhaltung*. BLV Verlagsgesellschaft.
- Götz KU, Luntz B, Robeis J, Edel C, Emmerling R, Buitkamp J, Anzenberger H, Duda J. 2015. Polled Fleckvieh (Simmental) cattle – Current state of the breeding program. *Livestock Science*, **179**: 80-85.

- Graf B, Senn M. 1999. Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia. *Applied Animal Behaviour Science*, **62.2-3**: 153-171.
- Grobler R, van Marle-Köster E, Visser C. 2021. Challenges in selection and breeding of polled and scur phenotypes in beef cattle. *Livestock science*, 247, 104479.
- Hambrecht G. 2009. Zooarchaeology and the archaeology of early modern Iceland. *Journal of the North Atlantic*, 2.sp1: 3-22.
- Heinrich A, Duffield TF, Lissemore KD, Squires EJ, Millman ST. 2009. The impact of meloxicam on postsurgical stress associated with cautery dehorning. *Journal of Dairy Science*, **92.2**: 540-547.
- Herskin MS, Nielsen BH. 2018. Welfare effects of the use of a combination of local anesthesia and NSAID for disbudding analgesia in dairy calves – reviewed across different welfare concerns. *Frontiers in veterinary science*, 5: 117.
- Hopster H, Blukhuis HJ. 1994. Validation of a heart-rate monitor for measuring a stress response in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, **74.3**: 465-474.
- Hospital F. 2005. Selection in backcross programmes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, **360.1459**: 1503-1511
- Chaix, L., 2004. Les boeufs africains à cornes déformées: quelques éléments de réflexion. *Anthropozoologica* **39** (1), 335–342.
- Chen SY, Liu L, Fu M, Zhang GW, Yi J, Lai SJ, Wang W. 2017. Simultaneous introgression of three POLLED mutations into a synthetic breed of Chinese cattle. *PLoS ONE* 12, e0186862.
- ICBF (Irish Cattle Breeding Federation). 2020. Understanding the Dairy Beef Index. Available from. http://www.icbf.com/wp/wp-content/uploads/2020/03/The-Dairy-Beef-Index-Explanation2020_1.pdf
- Irrgang N, Zipp KA, Brandt S, Knierim U. 2015. Effects of space allowance in the waiting area on agonistic interactions and heart rate of high and low ranking horned dairy cows. *Livestock Science*, **179**: 47-53.
- Jonasen B. 1991. Social behaviour of dairy cows in a stimulus-rich environment. Internal Report, National Institute of Animal Science, Department of Resource in Cattle and Sheep, Foulum, Denmark.
- Kling-Eveillard F, Knierim U, Irrgang N, Gottardo F, Ricci R, Dockès AC. 2015. Attitudes of farmers towards cattle dehorning. *Livestock Science*, **179**: 12-21.

- Knierim U, Irrgang N, Roth BA. 2015. To be or not to be horned – Consequences in cattle. *Livestock Science*, **179**: 29-37.
- Kyselý R, 2010. Breed character or pathology? Cattle with loose horns from the Eneolithic site of Hostivice-Litovice (Czech Republic). *Journal of archaeological science*, **37.6**: 1241-1246.
- Lauwerier RCGM. 2015. Polled cattle in the Roman Netherlands. *Livestock Science*, **179**: 71-79.
- Liang C, Wang L, Wu X, Wang K, Ding X, Wang M, Chu M, Xie X, Qiu Q, Yan P. 2016. Genome-wide association study identifies loci for the polled phenotype in yak. *PLoS ONE* 11, e0158642.
- Löscher W. 2006. Pharmaka mit Wirkung auf das Zentralnervensystem.
- Mariasegaram M, Reverter A, Barris W, Lehnert SA, Dalrymple B, Prayaga K. 2010. Transcription profiling provides insights into gene pathways involved in horn and scurs development in cattle. *BMC Genomics* 11, 370.
- Marquette GA, Ronan S, Earley B. 2023. Calf disbudding-animal welfare considerations. *Journal of Applied Animal research*, **51**(1): 616-623.
- Marvan F. Morfologie hospodářských zvířat. Vydání 3. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. Brázda, 2003, 303 s. ISBN 80-213-1172-X.
- McMeekan CM, Stafford KJ, Mellor DJ, Bruce RA, Ward RN, Gregory NG. 1998. Effects of regional analgesia and/or a non-steroidal anti-inflammatory analgesic on the acute cortisol response to dehorning in calves. *Research in Veterinary Science*, **64.2**: 147-150.
- Matukumalli LK, Lawley CT, Schnabel RD, Taylor JF, Allan MF, Heaton MP, O'Connell J, Moore SS, Smith TPL, Sonstegard TS, Tassell CP. 2009. Development and characterization of a high density SNP genotyping assay for cattle. *PLoS ONE* 4, e5350. DOI: 10.1371/journal.pone.0005350.
- Medugorac I, Graf A, Grohs C, Rothhammer S, Zagdsuren Y, Gladyr E, Zinovieva N, Barbieri J, Seichter D, Russ I, Eggen A, Hellenthal G, Brem G, Blum H, Krebs S, Capitan A. 2017. Whole-genome analysis of introgressive hybridization and characterization of the bovine legacy of Mongolian yaks. *Nature genetics*, **49.3**: 470-475.
- Medugorac I, Seichter D, Graf A, Russ I, Blum H, Göpel KH, Rothhammer S, Förster M, Krebs S. 2012. Bovine polledness – an autosomal dominant trait with allelic heterogeneity. *PLoS ONE*, **7.6**: e39477.

- Menke C, Waiblinger S, Fölsch DW, Wiepkema PR. 1999. Social behaviour and injuries of horned cows in loose housing systems. *Animal Welfare*, **8.3**: 243-258.
- Menke C. 1996. Laufstallhaltung mit behornten Milchkühen. PhD Thesis. ETH Zurich.
- Menke C, Waiblinger S, Studnitz M, Bestman M. 2004. Mutilations in organic animal husbandry: dilemmas involving animal welfare, humans and environmental protection. *Animal Health and Welfare in Organic Agriculture*, 171.
- Ministerstvo zemědělství. 2021. Available from https://eagri.cz/public/portal/-q384935--HG7_mju6/mp-c-6-2021-vyjimky-z-pravidel-ez-text.
- Morisse JP, Cotte JP, Huonnic D. 1995. Effect of dehorning on behaviour and plasma cortisol responses in young calves. *Applied Animal Behaviour Science*, **43.4**: 239-247.
- Park SJ, Piao M, Kim H, Kang HJ, Fassah DM, Jung DJS, Kim SY, Na SW, Kim M, Baik M. 2020. Effects of dehorning and lidocaine-plus-flunixin treatment on indicators of stress and acute inflammation, behaviours, and their association in Korean cattle bull calves. *Livestock Science*, **241**: 104198.
- Parson C, Jensen S. 2006. Dehorning Cattle, Western Beef Resource Committee, Cattle Producer's Library, Management Section, CL750, University of Idaho and Oregon State University.
- Prayaga KC. 2007. Genetic options to replace dehorning in beef cattle – a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, **58.1**: 1-8.
- Preston BT, Stevenson IR, Pemberton JM, Coltman DW, Wilson K. 2003. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proceeding of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **270.1515**: 633-640.
- Rosenberger E, Robeis J. 2005. Enthornt oder genetisch hornlos. *Rekasan J*, 12: 100-103.
- Seichter D, Russ I, Rothhammer S, Eder I, Förster M, Medugorac I. 2012. SNP-based association of the polled gene in divergent cattle breeds. *Animal genetics*, **43.5**: 595-598.
- Schafberg R, Swalve HH. 2015. The history of breeding for polled cattle. *Livestock science*, **179**: 54-70.

- Schneider C. 2010. Dimensionierung und Gestaltung von Laufställen für behornete Milchkühe unter Berücksichtigung des Herdenmanagements. PhD Thesis, Kassel, Univ. Diss.
- Schneider C. 2022. Laufställe für horntragende Milchkühe. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL.
- Simon J, Schön W, Stötzel P. 2007. Innovative Milchvieh-Stallsysteme für den ökologischen Landbau. Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, 45-64.
- Stafford KJ, Mellor DJ. 2005. Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves. *The Veterinary Journal*, **169.3**: 337-349.
- Stafford KJ, Mellor DJ. 2011. Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, **135.3**: 226-231.
- Státní veterinární správa. 2023. Léčiva a odborné veterinární úkony. Available from <https://www.svscr.cz/zdravi-zvirat/dozorova-cinnost-informace-pro-chovatele/leciva-a-odborne-ukony/>
- Stella A, Ajmone-Marsan P, Lazzari B, Boettcher P. 2010. Identification of selection signatures in cattle breeds selected for dairy production. *Genetics* **185**, 1451-61.
- Stilwell G, Lima MS, Broom DM. 2007. Comparing the effect of three different disbudding methods on behaviour and plasma cortisol of calves. *Revista Portuguesa Ciencias Veterinarias*, **102**: 281-288.
- Stilwell G, de Carvalho RC, Lima MS, Broom DM. 2009. Effect of caustic paste disbudding, using local anaesthesia with and without analgesia, on behaviour and cortisol of calves. *Applied Animal Behaviour Science*, **116.1**: 35-44.
- Sutherland MA, Mellor DJ, Stafford KL, Gregory NG, Bruce RA, Ward RN. 2002. Effect of local anaesthetic combined with wound cauterisation on the cortisol response to dehorning in calves. *Australian veterinary journal*. **80.3**: 165-167.
- Sylvester SP, Stafford KJ, Mellor DJ, Bruce RA, Ward RN. 2004. Behavioural responses of calves to amputation dehorning with and without local anaesthesia. *Australian Veterinary Journal*, **82.11**: 697-700.
- Tellam RL, Lemay DG, Tassell CPV, Lewin HA, Worley KC, Elsik CG. 2009. Unlocking the bovine genome. *BMC genomics*, **10**: 1-4.
- Tetens J, Wiedemar N, Menoud A, Thaller G, Dögemüller C. 2015. Association mapping of the scurs locus in polled Simmental cattle-evidence for genetic heterogeneity. *Animal genetics*, **46.2**: 224-225.

- Thompson NM, Widmar NO, Schutz MM, Cole JB, Wolf CA. 2017. Economic considerations of breeding for polled dairy coes versus dehorning in the United States. *J. Dairy Sci.* 100, 4941-4952.
- Vickers KJ, Niel L, Kiehlbauch LM, Weary DM. 2005. Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic. *Journal of Dairy Science*, **88.4**: 1454-1459.
- Waiblinger S, Baars T, Menke C. 2001. Understanding the cow – the central role of human-animal relationship in keeping horned dairy cows in loose housing. *Human-animal relationship: stockmanship and housing in organic livestock systems*, 62.
- Wall E, Visscher PM, Hospital F, Woolliams J. 2005. Genomic contributions in livestock gene introgression programmes. *Genetics Selection Evolution*, **37**: 1-23
- Weaver AD, Atkinson O, Jean GS, Steiner A. 2018. *Bovine surgery and lameness*. John Wiley & Sons.
- Wiedemar N, Tetens J, Jagannathan V, Menoud A, Neuenschwander S, Bruggmann R, Thaller G, Drögemüller C. 2014. Independent polled mutations leading to complex gene expression differences in cattle. *Plos One* 9. e93435.
- Winckler C, Buehnenmann A, Seidel K. 2002 Social behaviour of commercial dairy herds as a parameter for on-farm welfare assessment. *Proc. 36th Int. Congr. ISAE, Wageningen, The Netherlands*, 86.
- Windig JJ, Eggen A. 2009. Report on the assessment of breeding strategies in relation to the introduction of the polled gene. Study on the improved methods for animal-friendly production, in particular on alternatives to the dehorning of cattle. IRTA, Monells (ALCASDE Final report), Appendix, 23.
- Windig JJ, Hoving-Bolink RA, Veerkamp RF. 2015. Breeding for polledness in Holstein cattle. *Livestock Science*, **179**: 96-101.

5.1 Zdroje obrázků

- Capitan et al. 2009. In. *journal.plos.org*. 21. 7. 2011 [citováno 21. 4. 2024]. Available from:
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0022242>.
 DOI: 10.1371/journal.pone.0022242.g001

- Embryological and Cytogenetics Lab of Spallanzani Institute. Bovine chromosomes with the clear difference between X and Y chromosomes, the last two chromosome in the back row. In: researchgate.net. Listopad 2009 [citováno 21. 4. 2024]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Bovine-chromosomes-with-the-clear-difference-between-X-and-Y-chromosomes-the-last-two_fig2_236960555
- Gabriela Lachová. Deformity rohů u skotu. In: nakobylce12.org. 2. 4. 2015 [citováno 21. 4. 2024]. Available from: https://www.nakobylce12.org/index/Ukaz.cfm?pg=Farma/odrohovani_telat
- Gabriela Lachová. Kauterizace u telete. In: nakobylce12.org. 2. 4. 2015 [citováno 21. 4. 2024]. Available from: https://www.nakobylce12.org/index/Ukaz.cfm?pg=Farma/odrohovani_telat
- Horn bud before 8 weeks old and around 6 months old. In: dairynz.co.nz. Září 2023 [citováno 21. 4. 2024]. Available from: <https://www.dairynz.co.nz/animal/calves/disbudding/>
- Kyselý. Photo documentation of the skull of the cattle at Hostivice-Litovice. In: sciencedirect.com. 17. 6. 2009 [citováno 21. 4. 2024]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030544030900483X>

6 Samostatné přílohy

6.1 Seznam tabulek

Tabulka 1: Časová osa v genetice rohatosti skotu.....	5
Tabulka 2: Nejčastější metody odrohování u skotu v Evropské unii a v kolika procentech je zvířatům podána medikace.....	22
Tabulka 3: Hladiny kortisolu a haptoglobinu v krvi při odrohování s podáním a bez podání LF.....	29

6.2 Seznam obrázků

Obrázek 1: Rohová pučnice do věku 8 týdnů (vlevo) a ve věku okolo 6 měsíců (vpravo).....	3
Obrázek 2: Genom skotu.....	4
Obrázek 3: Skot plemen charolais s nepravými rohy.....	7
Obrázek 4: Lebka s nepravými rohy nalezena v Hostivicích-Litovicích.....	14
Obrázek 5: Deformity rohů.....	18
Obrázek 6: Kauterizace u telete.....	23