

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv vybraných faktorů na následnou růstovou
schopnost býků českého strakatého skotu**

Diplomová práce

Autor práce: Juraj Kubinec

Zemědělství a rozvoj venkova – Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: Ing. Jaromír Ducháček Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv vybraných faktorů na následnou růstovou schopnost býků českého strakatého skotu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19.04.2024

Podakovanie patrí v prvom rade vedúcemu práce, p. Ing. Jaromírovi Ducháčkovi Ph.D., ktorý mi veľmi ochotne a trpezlivo radil pri písaní tejto práce a vždy poskytol konštruktívnu kritiku a korektúry. Ďalej by som sa chcel poďakovať personálu ZD Trstěnice, najmä však p. Ing. Jiřimu Košovi, ktorý mi veľmi ochotne poskytol zozbierané dáta potrebné pre napísanie tejto práce a tiež trpezlivo odpovedal na všetky moje otázky. Nakoniec a najviac sa chcem poďakovať mojej rodine a blízkym, ktorí počas celého štúdia a aj pri písaní tejto práce stáli vždy pevne pri mne.

Vliv vybraných faktorů na následnou růstovou schopnost býků českého strakatého skotu

Klíčová slova: český strakatý skot, výkrm, růstová schopnost, roční období, výživa

Souhrn:

Cílem této práce bylo posoudit vliv vybraných faktorů na růstovou schopnost býků českého strakatého plemene. V úvodu je představen literární přehled dostupných poznatků o plemeni, o faktorech ovlivňujících růstovou schopnost jedinců skotu a ekonomických ukazatelích výkrmu, primárně býků kombinovaných a masných plemen. Vyhodnocování proběhlo na vzorku 737 býků, vykrmovaných v moderní výkrmně podniku ZD Trstěnice a porážených mezi zářím 2020 a prosincem 2023. Zkoumané hodnoty byly průměrný denní přírůstek a standardizovaná živá váha při 365 a 610 dnech. Vybrané faktory byly: sezóna otelení, pořadí otelení a genotyp otce. U genotypu byl zkoumán také vliv masného indexu (FW) jako součást složky celkového selekčního indexu pro simmentálská plemena (GZW). Veškerá data byla vyhodnocována ve statistickém programu SPSS. Hodnota 365 dní byla zvolena, jelikož se jedná o hodnotu 1 roku, kdy lze na základě dosažených hodnot předpokládat budoucí výkonnost ve výkrmu a hodnota 610 dní byla zvolena ke zkoumání jatečné hmotnosti, neboť se jednalo o průměrný věk při porážce všech býků ve vzorku. Nejprve byly zjištěny korelace mezi jednotlivými zkoumanými parametry a hodnotami prostřednictvím Pearsonova korelačního koeficientu. Následně byl testováním analýzy rozptylu (ANOVA) zkoumán vliv sezóny otelení, pořadí otelení a genotypu otce na rozdíl průměrných denních přírůstků a také standardizovaných vah při 365 a 610 dnech. Při pořadí otelení a sezóně otelení nebyl zjištěn statisticky signifikantní vliv na průměrný denní přírůstek a na standardizované váhy při 365 a 610 dnech. Genotyp otce měl vliv na růstovou schopnost na úrovni individuálních otců ($P < 0,001$), ne však na úrovni linie. Byla také zjištěna statisticky signifikantní korelace mezi indexem FW a standardizovanou hmotností při 610 dnech. Pokud byli do sledování zahrnuti pouze otcové, po kterých bylo ve sledování 10 a více synů, hodnota korelačního koeficientu byla 0,187 ($P < 0,01$). Regresním modelem byl navržen lineární vztah mezi těmito dvěma proměnnými a byl definován rovnicí $y = 1,368x + 573,93$ s determinančním koeficientem $R^2 = 0,035$. Následně byl také vytvořen regresní model k určení lineárního vztahu mezi věkem při porážce a živou vahou při porážce. Tento vliv byl definován rovnicí $y = 1,108x + 40$, kde 40 představuje konstantní živou váhu při narození 40 kg. Determinanční koeficient takové lineární rovnice je $R^2 = 0,991$. Na základě lineárního závislého vztahu lze předpokládat zvyšování živé váhy vlivem zvyšování počtu dní do výkrmu, není však možné určit inflexní bod při kterém dojde ke zpomalení růstu svaloviny a zrychlení ukládání nežádoucích tukových tkání. Na základě pozorování lineárního pozitivního vztahu věku a živé váhy při porážce lze doporučit výkrm býků do 650 dnů. Je také možné doporučit výběr plemeniků s vysokou hodnotou indexu FW pro zlepšování růstové schopnosti potomstva.

Influence of selected factors on the subsequent growth ability of Czech spotted cattle bulls

Keywords: czech spotted cattle, fattening, growth ability, season, nutrition

Summary:

The aim of this study was to estimate the influence of selected factors on the growth ability of Czech spotted cattle bulls. Firstly, there is a literature overview of the current knowledge of the breed and various factors influencing growth ability and economic indicators of fattening livestock, primarily bulls of dual-purpose and beef breeds. Testing was conducted on a sample of 737 bulls, fattened in a modern feedlot of a company ZD Trstěnice and slaughtered between september 2020 and december 2023. Evaluated indicators of growth ability were average daily weight gain and standardized weights at 365 days and 610 days of age. Evaluated factors were calving season, parity order of the dam and the genotype of the sire. In case of the genotype of the sire, there was also an examination into the effect of meat index (FW), which is a part of total selection index (GZW) for Simmental-Fleckvieh breeds. All data were analyzed using the statistical software SPSS. 365 days was selected as a benchmark value of 1 year which is a good predictor of future performance and 610 days was selected as a benchmark for comparing slaughter weight since this was the mean slaughter age of all bulls in the sample. Afterwards, correlations between all observed parameters and indicators were evaluated by using the Pearson correlation coefficient. Following was the actual statistical testing by analysis of variance (ANOVA), to see if there were any statistically significant differences between the groups which would indicate an influence of the selected factors, namely: calving season, parity order of the dam and the genotype of the sire. No statistically significant results were found in case of calving season and parity order of the dam. Statistically significant results were found for the effect of the sire when evaluating for individual fathers $P < 0,001$, but not for the entire breeding line. A statistically significant ($P < 0,01$) correlation with Pearson correlation coefficient of 0,187 was found between FW index and standardized live weight at 610 days, if only sires with more than 10 sons in the sample were included in the testing. Linear regression model further defined the relationship between the two variables as $y = 1,368x + 573,93$, with determination coefficient $R^2 = 0,035$. Additionally, a regression model was constructed to determine the linear relationship between age at slaughter and weight at slaughter. This model was defined as $y = 1,108x + 40$, where 40 represents a constant birth weight 40kg. Determination coefficient of this linear equation is $R^2 = 0,991$. Based on this linear relationship, it is possible to predict an increase in live weight by prolonging the fattening period. However, it is impossible to predict the point of inflexion at which there is a significant decrease in muscle growth and increase in deposition of fat tissues. Based on observation of the linear positive relationship between age and weight at slaughter, it is recommended that the fattening process be no longer than 650 days. Using sires with high values of FW index can also be recommended for improving the growth ability of progeny.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Vědecká hypotéza a cíle práce.....	10
3. Literární přehled.....	11
3.1 Charakteristika českého strakatého plemene.....	11
3.1.1 Historie plemene.....	11
3.1.2 Popis plemene.....	12
3.1.3 Plemenný standard.....	13
3.1.4 Selekční index GZW.....	14
3.1.5 Budoucnost českého strakatého plemena.....	15
3.2 Faktory ovlivňující růstovou schopnost skotu.....	17
3.2.1 Plemeno.....	17
3.2.2 Genetické faktory.....	18
3.2.3 Pohlaví a kategorie.....	19
3.2.4 Hmotnost při narození.....	20
3.2.5 Porážková hmotnost a věk při porážce.....	20
3.2.6 Zdraví a kondice zvířat.....	21
3.2.7 Krmivo.....	22
3.2.8 Systém a technologie výkrmu.....	23
3.2.8.1 Vliv ustajnění.....	23
3.2.8.2 Vliv mikroklímy.....	24
3.2.8.3 Vliv managementu výkrmu.....	25
3.3 Ekonomika a rentabilita výkrmu skotu.....	27
3.3.1 Ekonomické ukazatele.....	27
3.3.2 Rentabilita výkrmu.....	28
4. Metodika.....	29
4.1 Charakteristika podniku.....	30
4.2 Technologie výkrmu.....	31
4.3 Zvířata v experimentu.....	37
4.4 Statistické vyhodnocení.....	38
5. Výsledky.....	40
5.1 Deskriptivní statistika.....	40

5.1.1	Ukazatele růstové schopnosti.....	40
5.1.2	Sezóna otelení.....	41
5.1.3	Pořadí otelení.....	41
5.1.4	Genotyp otce.....	42
5.2	Statistické testování.....	44
5.2.1	Korelace mezi jednotlivými proměnnými.....	44
5.2.2	Vliv sezóny otelení.....	45
5.2.3	Vliv pořadí otelení.....	46
5.2.4	Vliv genotypu (linie) otce.....	47
5.2.5	Korelace a porovnání indexu FW a standardizované váhy při 610 dnech	48
5.2.6	Vliv otce (jen otcové zastoupení 10 a víc synů v testu).....	51
5.2.7	Regresní model pro vyhodnocení závislého vztahu věku a živé váhy při porážce.....	53
5.2.8	Regresní model pro vyhodnocení závislého vztahu mezi indexem FW otce a průměrnou hmotností synů při 610 dnech.....	55
6.	Diskuse.....	57
6.1	Deskriptivní ukazatele.....	57
6.2	Vliv sezóny otelení.....	58
6.3	Vliv pořadí otelení.....	58
6.4	Vliv genotypu otce.....	60
6.5	Vliv indexu FW otce.....	61
6.6	Lineární vztah mezi věkem a váhou.....	63
6.7	Ekonomické ukazatele.....	64
7.	Závěr.....	66
8.	Literatura.....	68
9.	Seznam použitých zkratk.....	77

1. Úvod

Chov skotu patří neoddělitelně do mixu zemědělské prvovýroby v České republice, ale i v celém světě. Kromě produkčního významu plní chov skotu i významnou funkci krajiny tvorby a zachování tradičního rázu venkova. V důsledku různých ekonomických vlivů dnes dochází k přizpůsobování se chovatelů situaci na trhu a volbě vhodného systému chovu a také k rozhodování se pro chov kombinovaných plemen skotu, jako alternativy k jednostranně užitkovým plemenům. Jedním z hlavních produktů chovu skotu je totiž vedle mléka i hovězí maso. Odhaduje se, že mezi 20 až 35 % veškerého skotu je dnes v EU chováno právě kvůli produkci masa (Hocquette & Chattelert 2011) a hovězí maso je v Evropě třetí nejpopulárnější a nejkonzumovanější maso po vepřovém a drůbežím mase. (Fořtová et al 2022). Průměrný český konzument v roce 2022 zkonzumoval 8,8 kg hovězího masa ročně. (Český statistický úřad 2024). Vedle chovu čistě masných plemen se i v mléčných chovech jisté kategorie zvířat, zejména samčího pohlaví, vykrmují pro produkci hovězího masa.

Cílem každého výkrmu by měla být produkce co možná největšího množství masa při co největší kvalitě a při zachování co možná nejlepšího ekonomického výsledku. V chovu a ve výkrmu skotu se vždy bude setkávat několik pohledů na nejdůležitější vlastnosti jatečných zvířat. Zpracovatelé a jatka kladou důraz na vysokou jatečnou výtěžnost a osvalení zvířat. Konzument nejvíce oceňuje kvalitní sensorické vlastnosti masa jako konečného produktu, především křehkost, šťavnatost, barvu, vůni, chuť, ale také nutriční hodnotu vyjádřenou obsahem bílkovin, tuku, vitamínů, minerálů a dalších stopových prvků prospěšných pro lidský organismus. Chovatel zase nade vše upřednostňuje především růstové schopnosti vykrmovaných zvířat, efektivitu výkrmu a dobu dospívání, resp. délku výkrmu a s tím související průměrný denní přírůstek. Právě pohled chovatele bude předmětem této práce. Existuje velké množství faktorů, které ovlivňují efektivitu výkrmu a které chovatel umí v praxi ovlivnit jako například: počet dní strávených ve výkrmu, kvalita krmiva a krmná dávka, plemenná příslušnost a pohlaví zvířat, genetické faktory, zdravotní stav a kondice, ale i systém a technologie výkrmu (přístup ke krmivu, vzduchotechnika, vytváření skupin aj.). Jsou však také faktory, které chovatel umí ovlivnit jen velmi omezeně, jako je například hmotnost zvířete při narození. Další faktory, které jsou i předmětem zkoumání v této práci jsou takové, které sice chovatel ovlivnit dokáže, není to však v praxi využitelné. Takové faktory jsou například sezóna a pořadí otelení.

Sběr dat byl proveden v ZD Trstěnice a byl zkoumán vliv pořadí otelení, sezóny otelení a genotypu otce na průměrný denní přírůstek ve výkrmu a na standardizovanou živou váhu při 365 a 610 dnech. 365 dní bylo zvoleno nakolik se jedná o věk 1 roku, kdy je do velké míry možné určit budoucí výkonnost výkrmu na základě současné hmotnosti a 610 dní bylo zvoleno jako hodnota, která představovala průměrný věk při porážce pro celou skupinu sledovaných býků. Je to tedy standardizovaná délka výkrmu. Byl také vytvořen model lineární regrese ke stanovení vlivu věku (počtu dní ve výkrmu) na živou váhu při porážce a byl také analyzován vztah mezi indexem FW (Fleischwert – masný index) jako součástí selekčního indexu GZW, který vypovídá o vlastnostech souvisejících s růstovou a výkrmovou schopností a samotnou růstovou schopností. Na základě předchozích znalostí a předchozího výzkumu bylo předpokládáno, že zmíněné faktory budou mít vliv na růstovou schopnost vyjádřenou průměrným denním přírůstkem, živou váhou při 365 dnech a živou váhou v jatečném věku 610 dní.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bylo v první části vytvořit literární přehled k růstovým schopnostem býků českého strakatého plemene a k faktorům, které tuto produkční schopnost ovlivňují. Na toto navazovala praktická část, kde bylo cílem vyhodnocení růstových schopností býků ve výkrmu podle různých vnějších a vnitřních faktorů ve vybraném chovu. Hypotézou práce bylo, že růst mladých býků v průběhu výkrmu je ovlivněn sezónou otelení, pořadím otelení matek a genetickým založením.

H1_A - sezóna otelení měla vliv na růstovou schopnost býků vyjádřenou průměrným denním přírůstkem ve výkrmu a standardizovanou živou váhou při 365 a 610 dnech.

H2_A – pořadí otelení mělo vliv na růstovou schopnost býků vyjádřenou průměrným denním přírůstkem ve výkrmu a standardizovanou živou váhou při 365 a 610 dnech.

H3_A – genotyp otce měl vliv na růstovou schopnost vyjádřenou denním průměrným přírůstkem ve výkrmu a standardizovanou živou váhou při 365 a 610 dnech.

3. Literární přehled

3.1 Charakteristika českého strakatého plemene

3.1.1 Historie plemene

Český strakatý skot, dále i zkr. ČESTR, je jedním z nejvýznamnějších plemen chovaných v České republice a vůbec nejvýznamněji chované kombinované plemeno skotu v ČR. Je součástí celosvětové populace strakatých plemen stejného fylogenetického původu, která jsou pro své vlastnosti a všestranné využití rozšířena po celém světě. Na celkových stavech skotu v ČR se ČESTR v současnosti podílí přibližně jednou polovinou (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2024).

Původním plemenem byla česká červinka (obrázek 1), jednobarevné červené a nenáročné plemeno, které se stalo základem českého strakatého skotu (Čítek et al. 1997).



Obrázek 1: Česká červinka (Výzkumní ústav živočišné výroby, 2024)

Přibližně od poloviny 19. století došlo k překřížení původní české červinky býky simmenského, bernského a freiburského plemene, čímž došlo téměř k zániku původního

plemene. Dnes je v chovech po celé ČR chováno několik stovek kusů tohoto plemene a řadí se i mezi genové rezervy ČR (Čítek et al. 1997). Cílená chovatelská a plemenářská práce pro ČESTR začala v roce 1927, kdy začala snaha o sjednocení barevnosti, postupné zavedení kontroly užitkovosti a stabilizaci užitných vlastností a exteriéru. Plemeno bylo před druhou světovou válkou využíváno ještě jako třístranné (maso, mléko, tah), avšak s ústupem počtu zvířat chovaných pro tah po druhé světové válce (koně, tažný skot), se i užitné zaměření českého strakatého skotu začalo měnit a šlechtěním se začala zvyšovat zejména mléčná užitkovost. Při zušlechťovacím křížení ve 20. století byl používán zejména švédský červenobílý skot, ayrshire a červený holštýn. Tato plemena měla zlepšit důležité užitné vlastnosti českého strakatého skotu, zejména však dojivost.

Záměrné křížení s těmito plemeny bylo však na konci 20. století zastaveno a dnes se pro plemenitbu využívají býci převážně z domácího šlechtitelského programu nebo se zušlechťuje fylogeneticky příbuznými strakatými plemeny z Francie, Německa, Rakouska a Švýcarska (Pytloun & Kučera 2003; Kučerová et al. 2003; Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2024).

3.1.2 Popis plemene

Jelikož se jedná o plemeno s kombinovanou užitkovostí, tak i chovné cíle plemene ČESTR se soustřeďují na vysokou a efektivní produkci mléka, ale i adekvátní produkci masa (Ducháček et al. 2022). Široká typová variabilita českého strakatého skotu umožňuje chovatelům dobrý výběr a přizpůsobení zvířat na chovatelské podmínky, produkční využití a měnící se potřeby trhu. Umožňuje využití kombinované, ale také jednostranně zaměřené na produkci masa nebo mléka. Také umožňuje užitkové křížení s dojnými plemeny např. červený holštýn, montbeliarde nebo masnými plemeny např. masný simmentál pro zvýraznění požadovaného produkčního zaměření. Produkce kvalitního hovězího masa je důležitou užitnou funkcí plemene ČESTR, kterou do velké míry vyrovnává rozdíl v mléčné užitkovosti oproti jednostranně mléčným plemenům (Pytloun & Kučera, 2002). Dnes představuje poměr šlechtění 34 - 40 : 66 - 60 ve prospěch mléčné užitkovosti, mluvíme tedy o tomto plemeni jako o masně - mléčném. Hmotnost krav v dospělosti je 650-750 kg. Hmotnost býků v dospělosti je 1200-1300 kg. Výška v kříži u dospělých krav je 140-144 cm a u býků 152-160 cm (obrázek 2) (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2024). Chovatelé českého

strakatého skotu jsou v ČR sdruženi do Svazu chovatelů českého strakatého skotu, na evropské úrovni jsou chovatelé strakatých plemen sdruženi do organizace European Simmental Federation a na celosvětové úrovni do World Simmental-Fleckvieh Federation (World Simmental - Fleckvieh Federation 2024).



Obrázek 2: Dojnice českého strakatého plemene (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2024)

3.1.3 Plemenný standard

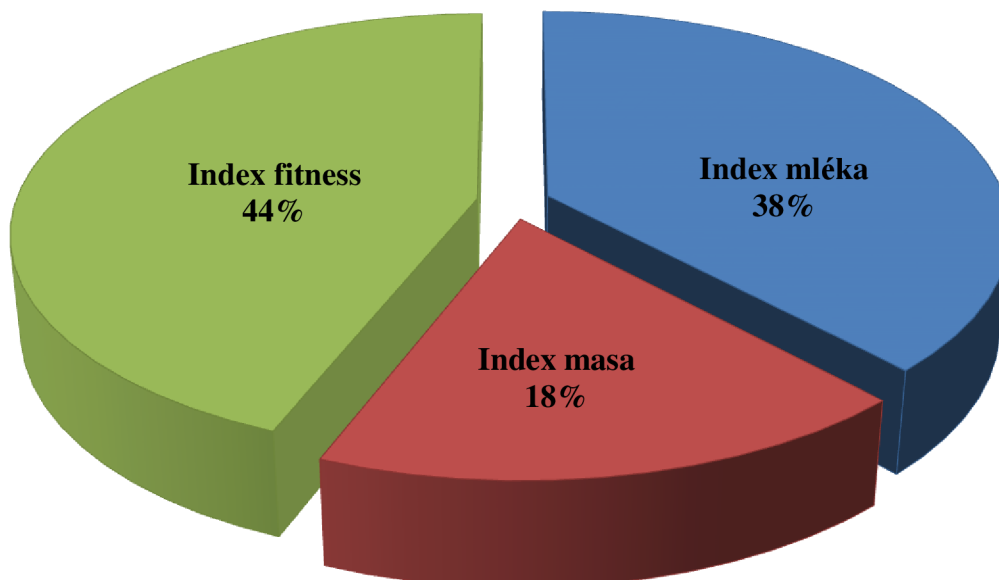
Plemenný standard pro produkci mléka představuje podle svazu chovatelů českého strakatého skotu u jalovic 6500 – 7500 kg mléka a u dospělých krav 7500 – 8500 kg mléka, s obsahem bílkovin nad 3,6 % a tuku nad 4 %. Pro vysoký obsah bílkovin a tuku je plemeno ČESTR často chováno také v drobnochovech a malochovech, které mléko zpracovávají na sýry a mléčné výrobky. U masné užitkovosti představuje plemenný standard denní přírůstek býků v intenzivním výkrmu 1300 g a jatečná výtěžnost nad 58 %. Požadované produkční využití dojnic je 4 - 5 laktací, věk při prvním otelení 26 - 28 měsíců a délka meziobdobí 380 -

390 dní (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2024). Z hlediska vnějších znaků se klade důraz na střední až větší tělesný rámec se zvýrazněnými znaky mléčnosti a harmonickým zevnějškem. Plemenný standard z hlediska charakteristik zevnějšku představuje u plemene ČESTR: střední až větší tělesný rámec, dobré osvalení, suché a zdravé končetiny a pevné, dobře utvářené a lehce dojitelné vemeno. Důležité jsou také funkční vlastnosti, dobrý zdravotní stav, pravidelná plodnost, jednoduché porody, bezproblémový odchov zdravých a vitálních telat a dobrá schopnost pastvy a vysokého příjmu a využití objemových krmiv (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2024).

3.1.4 Selekční index GZW

Konkrétněji byl v minulosti zadefinován i světový selekční index plemen Simmental - Fleckvieh, GZW, skr. pro Gesamtzuchwert (celková plemenná hodnota). Jednotlivé váhy v rámci indexu (graf 1) se sice kontinuálně upravují, momentálně je však dlouhodobě ustálený z 38 % na index produkce mléka, 18 % na index produkce masa a 44 % na index zdraví zvířat. Index masa za označuje také FW (Fleischwert) a je dále rozdělen na 7 % podíl masa, 7 % kvalitu masa a 4 % netto přírůstky. Index mléka se označuje MW (Milchwert) a dělí se následovně: 18,6 % podíl tuku a 19,4 % podíl bílkovin. Index zdraví se označuje FIT a dále se dělí takto: 10 % produkční život, 14 % plodnost, 1 % průběh tělení, 5 % vitalita, 10 % zdraví vemene, 3 % perzistence a 1 % spouštění mléka (Slovenské biologické služby 2021). Index GZW slouží v chovech po celém světě pro výběr vhodných zvířat do plemenitby (Meier et al. 2020).

Graf 1: GZW index – složení (Slovenské biologické služby 2021)



3.1.5 Budoucnost českého strakatého plemene

České strakaté plemeno je jedním z nejdůležitějších plemen skotu v ČR jak z hlediska mléčné, tak masné produkce. Z tohoto důvodu bude postupovat i cílená šlechtitelská práce na zlepšování výkonnosti a odolnosti tohoto plemene. Významným směrem v současné plemenářské práci je cílené šlechtění na odolnost vůči patogenům, které by mělo za následek snížení spotřeby léčiv, zejména antibiotik. Bude také úsilí o identifikaci zvířat s nadprůměrnou imunitou a takto získané výsledky budou zapracovány do plemenné hodnoty zvířete (Ječmínková et al. 2010). Taková cílená genetická práce ještě více přispěje k rentabilitě chovů skotu všech produkčních zaměření. Dalším důležitým trendem ve šlechtění mléčného skotu po celém světě bude genomická selekce pro zvýšení efektivity příjmu a konverze krmiva (angl. feed efficiency), neboť právě tato vlastnost se ukazuje jako středně dědičná a může být klíčem ke zlepšení produkce, při zachování stávajících fixních i variabilních nákladů (Brito et al. 2020). Důležité také bude šlechtění ke zlepšování

produkčních schopností prostřednictvím výběru kvalitních plemenů a genomizace matek, zlepšujících referenční populaci ve všech užitkových směrech. V tomto směru tak může ČR následovat příklad Francie, kde se referenční populace plemene montbeliarde stala základem pro genomizaci regionálních strakatých plemen (Jónás et al. 2017)

3.2 Faktory ovlivňující růstovou schopnost skotu

Vnitřní faktory

3.2.1 Plemeno

Jedním ze základních faktorů, které ovlivňují růstovou schopnost zvířat je jejich plemenná příslušnost. Je zcela zřejmé, že vysoce výkonná masná plemena (charolaise, limousine, aberdeen angus, belgické modré, piemontese) budou mít vyšší růstovou a výkrmovou schopnost než plemena mléčná (holstein, jersey, brown swiss) a kombinovaná (ČESTR, pinzgau). Přesto však tyto rozdíly nejsou tak výrazné, jak by se na první pohled mohlo zdát. I v porovnání s výsostně masnými plemeny zastává ČESTR velmi vysoké místo v hodnocení mnoha atributů, které oceňují nejen chovatelé, ale i konzumenti (Hanzelková et al. 2010).

Ve velkém srovnání výkrmnosti, kvality jatečně upraveného těla (dále i skr. JUT) a kvality masa mezi plemeny gasconne, fleckvieh, aberdeen angus a holstein, které dělaly Bureš & Bartoň (2018) konstatují, že ve všech zkoumaných parametrech se zvířata plemene fleckvieh umístila lépe než holstein, avšak hůř než obě masná plemena. Toto pozorování nijak nesnižuje významnost chovu kombinovaných plemen i pro jejich masné využití, neboť jejich kombinovaná využitelnost zajišťuje jejich variabilitu a adaptovatelnost tak, jak již bylo zmíněno v úvodu této kapitoly. V jiné práci zase Hanzelková et al. (2010) konstatují že z hlediska křehkosti masa, kterou spotřebitelé vnímají jako jeden z důležitých atributů kvality, se v rámci srovnávaných plemen (galloway, charolais, masný simmentál a ČESTR) umístil na druhém místě právě ČESTR a to i přesto, že všechny ostatní plemena jsou výsostně masná. Statisticky signifikantní rozdíly ve většině sledovaných charakteristikách konstatují i Kayar & Inal (2022), kteří porovnávali rozdíl v charakteristikách JUT u masných plemen v Turecku. Zde však byla všechna sledovaná plemena výsostně masná: limousin, charolais, hereford a aberdeen angus.

Velké rozdíly jsou také v sensorických kvalitách mezi jednotlivými plemeny. Ve srovnání 15 plemen, mezi nimi tradičních (holstein, limousine, simmental), ale také rustikálních a regionálních (avileña-negra iberica, casina, marchigiana, south Devon) a hodnocení jemnosti, šťavnatosti a chutě masa konstatují Conanec et al. (2021) statisticky signifikantní rozdíly mezi plemeny téměř ve všech sledovaných ukazatelích.

Z hlediska plemenářské práce u plemene ČESTR je velmi zajímavý vliv čistokrevného křížení a křížení různých fylogeneticky příbuzných strakatých plemen na růstovou schopnost. Závěry práce Dračkové et al. (2016), kteří zkoumali efekt genotypu čistokrevných a překřížených býků plemene ČESTR ukazují, že se stoupajícím podílem českého strakatého plemene v krvi zkoumaných býků se statisticky významně zvýšila kvalita a osvalení JUT po porážce a také nutriční hodnota masa. Tyto závěry ne zcela korespondují se závěry práce Vostrého et al. (2008), kteří naopak konstatují, že všechna kritéria a ukazatele růstové schopnosti bylo na jimi zkoumaném vzorku dosaženo výše u kříženců než u čistokrevných populací plemen ČESTR a masný simmentál. Zde je ovšem nutno podotknout, že masný simmentál je čistě masné plemeno. I přes tyto kontradikce v rámci dostupného výzkumu můžeme konstatovat, že neexistuje důvod pro křížení ČESTR s jinými masnými plemeny pro zlepšování růstové schopnosti, neboť k nejlepším pokrokům v rámci plemenářské práce došlo v rámci čistokrevného křížení a také křížení fylogeneticky podobných strakatých plemen např. montbeliarde, které je ze simmentálských plemen považováno za nejvíce prošlechtěné v mléčném směru (Mikšík et al. 1996).

3.2.2 Genetické faktory

Ze současného výzkumu z oblasti dědičnosti růstových a výkrmových vlastností existuje několik zajímavých závěrů. Ryu & Lee (2014) zjistili dědičnost vlastností souvisejících s výkrmem vyhodnocovaných na základě živé váhy v různých věkových skupinách od 0,58 do 0,76 a tedy relativně velmi vysokou. V jiné práci zase López-Paredes et al. (2018) konstatují dědičnost vlastností souvisejících s růstem na úrovni 0,86 až 0,88 a tedy také velmi vysokou. Díky těmto zjištěním existuje předpoklad, že vhodnou plemenářskou prací na úrovni podniku je možné výběrem specifických otců a s dnešním pokrokem genetiky i genomizací a výběrem matek zvyšovat potenciál růstové a výkrmové schopnosti potomstva. V kontextu plemene ČESTR je důležité si uvědomit, že navzdory tomu, že je předpoklad pro zvyšování i mléčné i masné užitkovosti prostřednictvím cíleného šlechtění na velikost a rámec (Filipčík et al. 2020), ve šlechtitelských kruzích již dlouho panuje konsensus, že mezi mléčnou a masnou užitkovostí existuje negativní vztah (Kučerová et al. 2003). Procházka (1999) však konstatuje, že toto je případ zejména u specializovaných mléčných plemen a ne u ČESTR-a, jelikož ten se dlouhodobě šlechtí na obě užitné vlastnosti a v rámci vysoké pozitivní selekce se daří vybírat špičkové plemeníky, jak v mléčné, tak v masné užitkovosti.

Toto tvrzení potvrzuje i široký výběr plemenů s vysokým indexem GZW, u nichž i jednotlivé složky indexu MW – mlékový a FW – masný dosahují hodnoty vyšší než 110 a tedy vysoce zlepšující referenční populaci (CRV 2024).

Je proto zajímavé, že z hlediska vlivu efektu genotypu otce na následnou růstovou schopnost vidíme v práci Ducháčka et al. (2022), že tento nezpůsobil žádné statisticky signifikantní rozdíly v růstové schopnosti ve výkrmu a pokud i nějaké rozdíly byly, tak byly jen minimální a jen ve finální fázi výkrmu. Naopak v práci Bujka et al. (2020), kde byl analyzován vliv chovatele, vliv otce, měsíce a roku narození na růstovou schopnost telat slovenského strakatého skotu, je konstatován statisticky signifikantní vliv otce nejen na hmotnost při narození, ale také na hmotnosti při 210 a 365 dnech. Vzhledem k tomu, že i v tomto směru existují v rámci dostupného výzkumu kontradikce, je vhodné další zkoumání do vlivu genetiky na růstovou schopnost.

3.2.3 Pohlaví a kategorie

Vedle plemene je také důležitým faktorem, který ovlivňuje růstovou schopnost i pohlaví a kategorie zvířete. Za nejvhodnější do výkrmu jsou obecně považována zvířata samčího pohlaví. Proteosyntetický účinek testosteronu (Hozáková et al. 2020) způsobuje, že intenzivní produkce masa se celosvětově zaměřuje na výkrm býků z důvodu intenzivního růstu svalových tkání. Za méně vhodný je z tohoto hlediska výkrm jalovic respektive krav. Chov volků se rozšiřuje v současnosti jen mezi chovateli krav bez tržní produkce mléka, protože jim umožňuje chovat spolu kategorie samčího a samičího pohlaví (Filipčík et al. 2008). Rozdíly v růstové a výkrmové schopnosti vznikají z důvodu odlišnosti intenzity metabolických procesů a způsobují rozličnou intenzitu vytváření svalové hmoty a ukládání mezsvalového a nitrosvalového tuku ve tkáních. Jak dále konstatují Filipčík et al. (2008), býci dosahují největší intenzity růstu, největší podíl zmasitosti, nejmenší podíl kostí z celkové váhy JUT a také nejméně oddělitelného tuku. Lebedová et al. (2022) i Bureš & Bartoň (2012) tato zjištění potvrzují a doplňují, že maso z jalovic je zase asociováno s lepší kvalitou z hlediska chuťových parametrů, je šťavnatější, jemnější a obsahuje nižší podíl kolagenu. Stejně závěry konstatují také Blanco et al. (2020), kteří porovnávali charakteristiky JUT u býků, volků a jalovic plemene Pirenaica, charakteristické libovostí masa. Dospěli také k závěru, že jalovice měly nejen nejvíce oddělitelného, ale i nitrosvalového tuku, který se pojí s kladnými

senzorickými asociacemi konzumentů. Z tohoto důvodu konstatují, že u takových libových plemen by mohl být zvážen i výkrm zvířat samičího pohlaví.

3.2.4 Hmotnost při narození

Jako indikátor růstové hmotnosti telat pocházejících od krav bez tržní produkce mléka (masného typu) se v ČR i SR standardně vyhodnocuje hmotnost při narození a následně živá hmotnost ve 120, 210 a 365 dnech (Voříšková et al. 2010). Za obzvláště důležitý se považuje věk 210 dní, kdy povětšinou dochází k odstavení telat. U masného skotu to znamená odstavení zpod matky, od které tele saje mateřské mléko a u telat pocházejících z mléčných chovů to znamená přechod na plnohodnotnou rostlinnou stravu. Růst do odstavení i hmotnost telat při odstavení je ovlivněna množstvím faktorů, mezi nimiž je i hmotnost při narození. Z práce Toušové et al. (2014) vidíme, že vliv pořadí otelení na hmotnost při narození byl statisticky signifikantní, následně také vliv na živou hmotnost při jednotlivých váženích při 120, 210 i 365 dnech. Zde je však nutno dodat, že výzkum byl prováděn na stádě masných krav plemene charolaise a tak výsledky nemusí být přímo aplikovatelné i do praxe u kombinovaných plemen. V práci Bujka et al. (2019) je zase možné pozorovat statisticky signifikantní vliv otce na hmotnost při narození což naznačuje, jak jsou vlivy jednotlivých faktorů mezi sebou vzájemně propojeny.

3.2.5 Porážková hmotnost a věk při porážce

Optimální kombinace porážkové hmotnosti a věku závisí na množství faktorů, z nichž některé budou jmenovány v kapitole pojednávající o ekonomice a rentabilitě výkrmu. Rostoucí porážková hmotnost se projeví ve vyšší jatečné výtěžnosti, naopak se však zvyšuje tučnost a zhoršuje konverze krmiva (Pryce et al. 2014; Syrouček et al 2017; Greenwood 2021). Důležité je rozumět vztahu funkce mezi věkem a váhou, který je částečně i předmětem tohoto zkoumání a rozumět, že růstová křivka má body, u kterých dochází k jejímu zrychlení nebo naopak zpomalení. Vzájemné působení těchto a jiných faktorů je dnes v praxi vysvětlováno různými růstovými modely. Vzhledem k tomu, že ve srovnání s jinými druhy hospodářských zvířat je u skotu relativně nízká míra reprodukce a zároveň je potřebná vysoká míra mateřské péče o mláďě, dochází ke zvýšenému zájmu o predikci růstových schopností

prostřednictvím těchto růstových modelů (Mota et al. 2013); Goldberg & Ravagnolo, 2015). Tato objektivní potřeba předvídání růstu s sebou zároveň přináší zlepšování selekce a tím i zvyšování efektivity výkrmu (Unterauer et al. 2021). Mezi nejpoužívanější růstové modely se v současnosti řadí Bertalanfy-Putterův model, který generalizuje a unifikuje vícero růstových modelů, například Verhulstův logistický model, který předpokládá inflexní bod vždy při 50% dospělé (asymptotické) váhy, nebo jiné sigmoidální modely s křivkou ve tvaru písmene S , např. Gompertzův nebo Richardsův (Unterauer et al. 2021).

Po počátečním růstu kostry v prvním roce života, dochází k následnému intenzivnímu růstu svaloviny až po dosažení inflexního bodu, po kterém se začíná zvyšovat ukládání tuku a dochází ke snižování průměrného denního přírůstku, který je nejdůležitějším ukazatelem tohoto závislého vztahu (Hozáková et al. 2020). Toto tvrzení má oporu i v dostupných experimentech. Bartoň et al. (2003) ve své práci pozorovali, že průměrný denní přírůstek byl vyšší v prvních 146 dnech (1417 g/den) od zařazení do testu, než během celého testu (1209g/den). Jeník et al. (2023) tato zjištění potvrzují a zároveň dodávají, že existuje také velmi silný závislý vztah mezi živou hmotností a šijovou výší zvířete během celého období růstu.

3.2.6 Zdraví a kondice zvířat

Posledním z vnitřních faktorů, který významně ovlivňuje růstovou schopnost je zdravotní stav a kondice zvířat. V tomto směru jsou velmi důležité úkony, které napomáhají udržovat dobrý zdravotní stav v celém stáde, hygiena, podestýlení a mikroklíma ve stáji. Neméně důležité je také pravidelné odčervení mladého skotu, jako prevence před parazity, které jsou jedním z největších brzdíčů růstu u mladých zvířat a mohou drasticky snižovat denní přírůstky zvířat ve výkrmu (Piskoríková & Kaluža 2021). Důležitá je také vakcinace před běžnými dermatitickými a respiračními onemocněními, ale například také monitoring stáda na infekční bovinní rinotracheitidu (IBR), bovinní virální diarrhoeu (BVD) nebo paratuberkulózy, které jsou detrimetální pro růstovou schopnost (Larson et al. 2004; Cusack et al. 2007; Fecteau 2018). Existuje celá řada důkazů, které dávají do souvisu právě nemoci a jejich vliv na hmotnost a charakteristiky JUT porážených zvířat, poměr svaloviny a tuku a také obsah vody ve tkáních (Larson 2005). V tomto směru může pozitivní výsledky přinést

cílené šlechtění na odolnost vůči patogenům, které by mělo za následek snížení spotřeby léčiv, zejména antibiotik a celkové zlepšení zdravotního stavu stáda (Ječmínková et al. 2010).

Vnější faktory

3.2.7 Krmivo

Hodně je toho v dostupné literatuře popsáno o efektu správného a vyváženého krmení pro co nejlepší výsledky ve výkrmu býků a odchovu jalovic. Mezi správné praktiky v této oblasti patří zejména ad libitum zakládání vyvážené krmné dávky sestávající ze siláže, jaderného krmiva a koncentrátů, obsahujících minerální a vitamínové složky (Chládek & Žižlavský 2004; Bureš & Bartoň 2018; Ducháček et al. 2022) V tomto směru je třeba zdůraznit, že krmivo je složkou, která se nejvíce podílí na celkových nákladech ve výkrmu (Syrůček et al. 2017).

Výživa by měla v první řadě respektovat jednotlivé fyziologické potřeby zvířete v daném věku, zejména však požadavek na růst kostry v prvním roce života a teprve následně se zaměřit na růst svaloviny. Krmná dávka ve výkrmu respektující tyto potřeby by měla být tvořena z 50-70 % objemovým krmivem (kukuřičná siláž, vojtěšková nebo jetelová senáž, doplnkově seno). Jaderné krmivo by mělo sloužit k dobalancování živin a úživné hodnoty krmné dávky. Důležité je také správné dobalancování makro a mikronutrientů, vitamínů a minerálů (Manni et al. 2013; Bíro et al. 2019; Schneider et al. 2020). K zajímavým výsledkům se dopracovali Romanzin et al. (2021), kteří konstatují, že pro zlepšení a zefektivnění výkrmu je možné upravit přístup býků ke krmivu a že nejlepší a nejefektivnější býci ve výkrmu přežvýkají pomalu a přistupují ke krmnému žlabu méně často. K těmto závěrům se dopracovali zkoumáním tzv. RFI (residual feed intake, v češt. příjem reziduálního krmiva), kdy se sleduje rozdíl mezi předpokládaným a skutečným příjmem krmiva pro dosažení jistého stupně užitkovosti. Několik nedávných studií se zaměřilo právě na RFI různých plemen masného i mléčného skotu a přišly se zajímavými zjištěními. Pryce et al. (2014), Kenny et al. (2018) i Martin et al. (2021) všichni shodně konstatují, že simmentálské plemeno bylo z hlediska RFI daleko efektivnější než masné plemeno aberdeen angus, ale i mlékové plemeno holstein. Jedině intenzivní francouzská masná plemena limousine a charolaise prokázala v práci Crowleyho et al. (2010) vyšší výkrmní efektivitu než simmentál. Vidno tedy velký potenciál pro zkoumání behaviorálních technik přístupu ke krmivu, jako

indikátorů efektivnosti výkrmu. Právě prostřednictvím RFI je možné stanovit do jaké míry zvíře převýší svůj očekávaný výkon a tyto informace dále zohledňovat při šlechtitelské práci. V tomto by mohlo pomoci použití inovativních prvků pro monitoring vitálních aktivit. transpondérů, které jsou již dnes samozřejmostí v chovech dojnic (Jeník et al. 2020).

3.2.8 Systém a technologie výkrmu

Dalším podstatným je souhrn faktorů, které můžeme pojmenovat jako systém a technologie výkrmu. Sem můžeme zařadit vše co se týká manipulace se zvířaty, způsob ustájení, naskladňování zvířat do výkrmu, vytváření sociálních skupin (peer groups) a další. Výsledky práce Ducháčka et al. (2022) naznačují, že podmínky chovu, konkrétně dobré ustájení, ve kterém jsou naplňovány všechny základní životní potřeby zvířat, jsou nutnými předpoklady k plnému dosažení genetického potenciálu růstu pro výkrmové býky českého strakatého skotu. Pro jednodušší popis těchto faktorů je rozdělíme na vliv ustájení, vliv mikroklimatu a vliv managementu výkrmu.

3.2.8.1 Vliv ustájení

Z hlediska ustájení je nejdůležitějším aspektem zajištění dostatečného životního prostoru pro přirozené chování vykrmovaných zvířat a pro zajištění dostatečného komfortu a welfare (Schneider et al. 2019). Malý životní prostor ve standardních intenzivních výkrmech vede ke stereotypnímu chování (Schneider et al. 2019) a může vést i ke konkurenčnímu boji samců, což může mít za následek poranění a podlitiny. Tyto se následně přetavují do nižších tržeb, jelikož podlité a jinak poškozené části JUT jsou nevyužitelné (Huertas et al. 2015). V práci brazilských výzkumníků, kteří porovnávali tři různé systémy výkrmu, jeden s prostorem 6 m² na zvíře, druhý s prostorem 12 m² na zvíře a třetí s 24 m² dochází k zajímavým zjištěním. Přestože se zvýšením životního prostoru dochází k drastickému zvýšení fixních nákladů z důvodu dražšího vybudování jednoho ustájecího místa, 9 letá návratnost investice byla vyhodnocena jako nejlepší při 12 m² a z hlediska minimalizace rizika finanční ztráty byl zase nejlépe hodnocen systém s 24 m² na zvíře (Montelli et al. 2019). Je zřejmé, že taková prostorová alokace je až nadmíru štedrá, zvětšení prostoru z legislativou závazných 0,9 m² na

100 kg živé váhy pro býky ve výkrmu (Vyhláška č. 208/2004 Sb.) je však na zvážení každého chovatele.

Z hlediska optimalizace prostorového rozdělení se ideálním jeví řešení, které je pozorováno v práci Ducháčka et al. (2022), a to rozdělení stáje na tři životní prostory (krmisko, ležiště a oddechová zóna), ve srovnání s běžněji používaným dvouprostorovým rozdělením (krmisko, ležiště).

3.2.8.2 Vliv mikroklimatu

Jedním z nejdůležitějších prvků z hlediska welfare a komfortu zvířat je kvalita vnitřního prostředí, charakterizovaného zejména teplotou vzduchu, relativní vlhkostí, rychlostí proudění vzduchu, ale také koncentrací škodlivin (Lendelová et al. 2007). Pokud nejsou dodrženy požadavky zvířat na externí prostředí a mikroklima, následkem může být snížení mléčné produkce, stres, ale i retardace růstu (Mader et al. 2007; Sivakumar et al. 2017). V tomto ohledu je velmi důležitý tepelný komfort skotu, který je jedním z předpokladů pro vysoký stupeň produkce (Mader et al. 2007). Toto je do velké míry prozkoumáno v oblasti mléčné produkce (Mader et al. 2007; Sivakumar et al. 2017; Kochetova 2021). Obzvláště v teplých letních měsících je důležité a dnes již v mlékových chovech zcela běžné, nucené větrání. Méně je toho už popsáno o vlivu mikroklimatu na růstovou schopnost a produkci masa. Nedávná studie Sivakumara et al. (2017) porovnávala vliv různého typu ustájení, použitých stavebních střešních materiálů a jejich vlivu na tepelný komfort ve stáji. Zcela jasně konstatovali, že tradiční stavební materiály jako beton a plechová střecha byly v porovnání s přírodními materiály méně příznivé, více akumulovaly teplo a snižoval se tepelný komfort ve stáji. Zde je však nutno podotknout, že jejich studie byla prováděna v tropickém monzunovém regionu jihozápadní Indie, kde se podmínky výrazně liší od těch v našem mírném pásmu a použití přírodních materiálů jako např. slaměných střech, je relativně běžné. Je však pravdou, že vlivem změny klimatu se v posledních letech i u nás setkáváme s dlouhými periodami extrémního tepla a sucha, zejména v letních měsících. U nás podobné zkoumání uskutečnili Lendelová et al (2007) kteří jasně doporučili použití vícevrstevných ale hlavně zateplených střešních konstrukcí, které v letních měsících minimalizují sálavé teplo. Důležitá je také ventilace, která zajišťuje výměnu vzduchu, a to buď aktivní nebo pasivní. Pasivní ventilaci lze zajistit prostřednictvím stropní větrací štěrbin nebo postranními

rolovacími plachtami a aktivní prostřednictvím poháněných větracích agregátů (Pakari & Ghani 2021).

Z hlediska snižování tepelného stresu se také jako vhodné řešení jeví používání stájových vodních rozstřikovacích systémů, které v horkých letních obdobích napomáhají snižovat teplotu ve stájích. Byl také pozorován pozitivní vliv i na behaviorální znaky ustájených zvířat v tom, že trávili více času v prostorách, kde bylo zapnuto rozstřikování a pobývali tam i když byla tato zařízení vypnuta (Mader et al. 2007).

Dalším vhodným prostředkem ke zlepšování stájového mikroklimatu může být použití různých přípravků aplikovaných do podestýlky, které mají napomoci rozkladu organické hmoty a snížení koncentrace skleníkových plynů ve stáji a také zvýšit kvalitativní parametry chlévského hnoje pro jeho budoucí aplikaci do půdy (Novák et al. 2021). Takovým prostředkem je např. Z'fix, jehož pozitivní vliv na kvalitu mikroklimatu konstatuje již i současný výzkum (Látal et al. 2022).

3.2.8.3 Vliv managementu výkrmu

Z hlediska samotného managementu výkrmu existuje několik faktorů, které směřují k optimalizaci růstových schopností a zlepšování užitkovosti.

Moderní praxí je z tohoto hlediska automatizované zakládání a přihrnování krmiva, které nejenže pomáhá minimalizovat náklady spojené s pracovní silou, ale také snižovat plýtvání krmivem a zvyšovat produkci (Romano et al. 2023). Výsledky práce Ducháčka et al. (2022) také naznačují, že dobrým systémem ve výkrmu skotu a specificky býků, může být vytváření skupin vrstevníků (angl. peer groups), které od začátku výkrmu do ukončení výkrmu zůstávají spolu a nedochází k třídění a vytváření nových skupin. Tento systém pomáhá minimalizovat čas strávený vytvářením hierarchie ve stádě a konkurenční boje mezi samci.

Mezi další technologické faktory z hlediska managementu výkrmu můžeme zařadit i ty, které budou sledovány v této práci, konkrétně sezóna otelení a pořadí otelení. Vliv sezóny otelení na růstovou schopnost je v akademické literatuře relativně dobře probádaný. Poznatky v této oblasti můžeme čerpat z práce maďarských výzkumníků, kteří zjistili statisticky signifikantní vliv měsíce narození na váhu telat při odstavu, konkrétně nejlepší váhy

dosahovaly telata narozená v zimních měsících únor a březen (Kebede & Komlosi 2015). Podobné závěry dosáhly i Savoia et al. (2019), kteří konstatovali, že z hlediska denního přírůstku nejlepších výsledků dosahovaly býci narození mezi lednem a březnem a nejhůře zase ty narozené mezi dubnem a červnem. Výsledky Bujka et al (2020) také naznačují vliv měsíce otelení na následnou růstovou schopnost. Všechny tyto závěry tedy dávají předpoklad pro formulaci hypotézy, že sezóna otelení má vliv na růstovou schopnost.

Vliv pořadí otelení zase zkoumali López-Paredes et al. (2018), kteří však konstatovali, že jedinými statisticky signifikantními pozorovatelnými jevy byla pozdější tělení prvotetek a z toho pramenící vyšší váha při narození. Žádné rozdíly v růstové schopnosti mezi telatami od prvotetek a krav na dalším otelení však nepozorovaly. Podobné závěry dosáhly Poczynek et al. (2023), kteří sice naopak pozorovali, že telata od prvotetek se rodila prokazatelně lehčí než od krav na dalším otelení, opět však mezi nimi nebyl žádný statisticky signifikantní rozdíl v živé váze při odstavu ve 120 dnech. Jiná zjištění zase prezentují Savoia et al. (2019), kteří získali statisticky signifikantní rozdíly v průměrném denním přírůstku vlivem pořadí otelení, kde nejlepších výsledků dosahovala telata po skupině krav na třetím až osmém otelení.

3.3 Ekonomika a rentabilita výkrmu skotu

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, význam přežvýkavců a pasoucích se zvířat pro krajinnostvorbu a životní prostředí je neodmyslitelný (Vavrišínová et al. 2007). Co je však z hlediska této práce důležitější, je ekonomický význam chovu skotu a rentabilita zařízení pro výkrm skotu. ČESTR je v tomto směru jedno z nejvýznamnějších plemen v ČR a býci z mléčných chovů jsou běžně vykrmováni pro potřeby pokrytí spotřeby hovězího masa. Filipčík et al. (2008) i Bjelka et al. (2002) konstatují v závěrech svých výzkumů vysokou vhodnost zvířat samčího pohlaví, zejména býků (ale i volků) do výkrmu, jelikož podíl masa na JUT zvířat samčího pohlaví je statisticky signifikantně vyšší než u samic. Výkrmový býci jsou a zůstávají nejdůležitějším zdrojem hovězího masa v ČR ale i ve většině ostatních států EU (Syrůček et al. 2017). Výkrm jalovic není v ČR rozšířen a ani se jeho široké rozšíření v blízké budoucnosti neočekává (Filipčík et al. 2006).

3.3.1 Ekonomické ukazatele

Dva nejdůležitější ukazatele, které mají vliv na finální ekonomiku a rentabilitu výkrmu jsou počet dní, které zvířata stráví ve výkrmu a váha zvířat při porážce. Jejich vzájemný vztah je následně vyjádřen průměrným denním přírůstkem ve výkrmu. Několik studií se shoduje na tom, že právě ukazatel průměrného denního přírůstku by měl být nejdůležitějším a nejsledovanějším ukazatelem ekonomické rentability zařízení pro výkrm skotu (Wolfová et al. 2004; Topcu & Uzundumlu 2009). Zvyšování denního přírůstku má za následek snížení dní, které zvířata ve výkrmu stráví a tím i snížení celkových nákladů na výkrm (Garip et al. 2010). Průměrný denní přírůstek bude sledován i v této práci, protože přímo vyjadřuje závislý vztah mezi počtem dní strávených ve výkrmu a živou váhou při porážce. Druhým důležitým faktorem je finální váha při ukončení výkrmu resp. při porážce. Tento údaj je důležitý z hlediska toho, že přímo definuje tržbu, kterou bude chovatel schopen za poražené zvíře získat. Posledním ukazatelem, který má zásadní vliv na ekonomiku je podíl tržně využitelného masa z živé váhy, který je vyjádřen váhou JUT a také zmasitost a tučnost JUT vyjádřená konformačním skóre v systému SEUROP (Gondeková et al. 2020).

Pro srovnání historického a dnešního pohledu na cílovou hmotnost a délku výkrmu můžeme nahlédnout do práce Vrchlabského et al. (1988), kteří konstatovali na základě analýzy porážky býků, že optimální živá váha pro dosažení ideálního poměru kvality a

výtěžnosti masa by měla být v rozmezí 550 - 650 kg. Toto číslo se s průběhem let poněkud zvyšuje. V práci Filipčíka et al. (2020) vidíme že průměrná živá váha býků při porážce dosahovala 625,97 kg, v práci Syrůčka et al. (2017) zase 649 kg resp. 670 kg a v práci Ducháčka et al. (2022) 705,65 kg. Z hlediska délky výkrmu se zase za optimální považuje vykrmování do věku 600 - 650 dní. Následně totiž dochází k dosažení inflexního bodu růstové křivky, kde se růst svaloviny zpomaluje a začíná docházet ke zvýšené intenzitě ukládání tuku ve tkáních. Dostupné experimenty toto potvrzují, býci plemene ČESTR v nich byly vykrmovány do věku 600 dní (Ducháček et al. 2022), 626 dní (Chládek & Žižlavský 2004) a 646 dní (Filipčík et al. 2020).

3.3.2 Rentabilita výkrmu

Kopeček et al. (2009) konstatují, že podniky v ČR, specializující se výlučně na výkrm skotu byly v letech 2008 a 2009 většinou ve ztrátě i po započtení státních a evropských dotací. I z práce Syrůčka et al. (2017), ve které se věnovaly ekonomické efektivitě zařízení pro výkrm skotu vidíme, že výkrm je v převážné většině zařízení ztrátovou činností. Pro dosažení bodu zvratu, t.j. bodu ve kterém se náklady na provoz a výkrm vyrovnají zisku z prodeje vykrmených zvířat, by v roce 2014 musel být průměrný denní přírůstek ve výkrmu 1,290 kg/den a tržní cena vykrmených zvířat 96,05 CZK/kg živé váhy. Takový denní přírůstek sice není nedosažitelný a v mnoha výkrmech je i realitou, problém je však při tržní ceně, která takovou hodnotu nedosahovala ani při svých maximech a zároveň je veličinou, která zásadně kolísá v čase. Tato zjištění prezentují také Belasco et al. (2009), kteří sledovali profitabilitu výkrmen v USA ve státě Kansas v rozmezí let 1981 až 2006. Na sledovaných výkrmnách zjistili velkou variabilitu ziskovosti v průběhu let, pramenící zejména z velké fluktuace realizačních cen, které chovatel není schopen ovlivnit. Na základě těchto dostupných informací je zřejmé, že ekonomický význam a rentabilita výkrmu skotu stojí na velmi nejistých základech a výkrm jako takový je riskantní podnikatelskou aktivitou. Stejně jako všechna ostatní odvětví zemědělství, výkrm skotu je pro chovatele v první řadě byznys a cílem každého byznysu je dosahovat stabilního a udržitelného zisku. Zvýšení znalostí o způsobu zefektivnění výkrmu býků by mohlo mít za následek zvýšení produkce hovězího masa v ČR a také počet vykrmovaných býků (Kvapilík et al. 2008). Proto, aby se však mohla zvyšovat rentabilita výkrmu je nutným předpokladem znalost co největšího množství faktorů, které ovlivňují růstovou schopnost a tím pádem i efektivitu výkrmu.

4. Metodika

Na praktickou část této diplomové práce bylo zvoleno ZD Trstěnice, ve kterém je vybudována moderní budova výkrmu býků, viz obrázek 3, na kterou byly poskytnuty finanční prostředky z programu rozvoje venkova 2014 - 2020. Z důvodu, že studijní obor autora této práce je ekologické zemědělství, byla zvolena práce, která by mohla mít reálné implikace pro praxi i v ekologické zemědělské výrobě (zkr. EZV). Přestože výzkum byl prováděn v podniku, který hospodaří v konvenčním systému a také technologie výkrmu je v souladu s konvenčním systémem hospodaření je implikací pro EZV z hlediska práce několik. Všechny vybrané parametry lze s jednoduchostí sledovat na jakémkoli vzorku, malém, velkém, v EZV, v konvenčním zemědělství, v domácích podmínkách ale i ve velkochovech. Veškerá data o býcích byla kontinuálně sbírána zootechnikem podniku v rozmezí měsíců září 2020 až prosinec 2023, kdy byly býky, které jsou předmětem zkoumání, odsouvány na jatka.



Obrázek 3: Budova výkrmny býků zepředu (vnější pohled)

4.1 Charakteristika podniku

Celý výzkum v této práci byl realizován v podniku ZD Trstěnice, který se nachází ve stejnojmenné obci v Pardubickém kraji v okrese Svitavy. Dvůr, jehož součástí je i výkrmna býků se nachází v sousedící obci Karle. Na tomto dvoře je také starší budova odchovny telat do 6 měsíců a moderní odchovna mladých jalovic (obrázek 4). V podniku je v současnosti chováno kolem 1200 kusů skotu plemene české strakaté, z toho 490 kusů dojnic, 150 telat do 3 měsíců věku, 65 vysoce telných jalovic, 375 býků ve výkrmu a 445 chovných jalovic. Jinou živočišnou výrobu podnik nemá nakolik chov prasat byl ukončen v roce 2008. V podniku je celkem zaměstnáno 47 zaměstnanců a z toho v živočišné výrobě 19. Z těchto 19 zaměstnanců jsou 3 zootechnici, 8 dojiček a krmiček telat, 3 noční strážníci, 1 stájník u mladých zvířat, 2 krmiči, 1 pracovník na míchárně krmných směsí a 1 opravář-údržbář. Samotný prostor výkrmně býků je v provozu od roku 2018.



Obrázek 4: Budova odchovny mladých jalovic

4.2 Technologie výkrmu

Celková kapacita výkrmny je 320 kusů býků od 6 měsíců věku. Mladší telata jsou ustájena na stejném středisku ve vedlejší stáji, kde probíhá první odčervení a vakcinace proti respiračním a dermatitickým onemocněním. Na výkrmnu jsou tedy umístováni mladí býci až po dovršení 6. měsíce věku. Výkrmový býci v experimentu byly ustájeny a poděleny do kotců podle věkových a váhových kategorií. Ustájení je volné, kotcové a životní prostor zvířat je rozdělen tříprostorově na krmisko, oddechovou zónu a ležiště. Dovoz mladého skotu probíhá vždy nárazově jako odstav 20 - 24 ks. Při dovezení jsou spolu zařazeni do jednoho kotce ve kterém stráví spolu 1,5 až 2 měsíce. Obrázek 5 ukazuje takto naskladněnou skupinu mladých býků a obrázek 6 zase naskladňovací prostor. Následně jsou zvířata po vizuální kontrole rozdělena na 2 skupiny, větší a menší (po 10-12 ks), a v těchto skupinách setrvávají až do jejich odsunu na jatka. Býci jsou postupně jak dorůstají posouvány v rámci objektu z jednoho konce na druhý. Na konci je rampa, kterou jsou vykrmena zvířata (obrázek 7) při dosažení jatečné hmotnosti nakládáné na kamion pro transport na jatka, viz obrázek 8 a 9. Půdorys budovy výkrmny představuje obdélník o rozměrech přibližně 90 m x 32 m, z čehož životní prostor pro zvířata představuje přibližně 2700 m² což odpovídá 7-8 m² na vykrmované zvíře, vysoko nad zákonnými požadavky. Výkrmna má také stropní větrací štěrbinu a postranní rolovací plachty.



Obrázek 5: Naskladněná skupina mladých 6 měsíčních býků



Obrázek 6: Pohled zezadu výkrmny, naskladňovací prostor



Obrázek 7: Vykrmená skupina býků připravena na vyskladnění



Obrázek 8: Nakládací rampa pro usnadnění nakládání na kamión



Obrázek 9: Vyskladňovací ulička vedoucí k nakládací rampě

Nastýlání probíhá jednou týdně pomocí zastýlacího vozu, krmisko se vyhrnuje přibližně jednou za měsíc. Vyhrnování a vývoz hnoje z celé stáje se provádí jednou za 2-3 měsíce. Do podestýlky je dvakrát týdně aplikován přípravek Z'fix (výrobce: Olmix Group SA, Francie), pro lepší rozklad a fermentaci hnoje a zároveň zlepšení hygieny ovzduší a mikroklimatu ve stáji. Zakládání krmiva probíhá dvakrát denně a přihrnování krmiva celodenně zajišťuje přihrnovací robot, viz obrázek 10. Dvakrát týdně probíhá čištění všech napájecích žlabů v objektu. Krmná dávka pro mladý skot a následně býky ve výkrmu je popsána v tabulkách 1 a 2 níže.

Tabuľka 1: Krmná dávka býkú medzi 3-8 mesíci veku

Druh krmiva	Množství
Drcené seno	0,5 kg/den
Kukuřičná siláž	4 kg/den
Jetelová senáž	4 kg/den
Doplnková krmná směs (pšenice, ječmen, řepkový extrahovaný šrot, minerální směs)	2,5 kg/den

Tabuľka 2: Krmná dávka býkú nad 8 mesícú ve výkrmu

Druh krmiva	Množství
Drcená sláma	0,5 kg/den
Hrachová senáž	6 kg/den
Kukuřičná siláž	14 kg/den
Doplnková krmná směs (pšenice, ječmen, slunečnicový extrahovaný šrot, minerální směs s močovinou)	4 kg/den
Řepná melasa	0,5 kg/den



Obrázek 10: Výkrmna býků zevnitř, robotické přihrnování krmiva

Zvířata z experimentu, po dosažení jatečné hmotnosti, která dosahovala od 539 do 896 kg, byla odsouvána na jatka: Maso Uzeniny Polička, a.s., Steinhauser ve Skalicích nad Svitavou a Jatky Šutera v Olešnicích na Moravě. Všechny jatky po porážce poskytly chovateli vážný protokol s údaji o hmotnosti JUT. Celý proces naskladnění, třídění i vyskladnění zvířat probíhá bezstresově. Moderní výkrmna má veškeré manipulační prostory a třídící uličky dostatečně prostorné a zvířata si tak užívají vysokou míru welfare. Velmi kladným prvkem technologie chovu je umístění do skupiny vrstevníků, ve kterých zvířata setrvávají až do odsunu a také tříprostorové rozdělení stáje (ležiště, oddechová zóna, krmisko). Jelikož se v maximální možné míře eliminuje zacházení se zvířaty, třídění a vytváření nových skupin, kde by mohlo docházet mezi samci ke konkurenčnímu boji, je na místě předpokládat, že toto vše přispívá k velmi dobrým výsledkům výkrmu.

4.3 Zvířata v experimentu

Vzorek původně obsahoval 761 zvířat, byl však očištěn o zvířata, u nichž nebyly k dispozici úplné informace o pořadí otelení nebo nebyl průkazný jejich původ. Takto očištěný vzorek představoval 737 zvířat.

Všichni býci ve výkrmu pocházeli z inseminace od následujících linií otců: Aimant – AMT, Bavor – BA, Bach – BCH, Huch – HCH, Honig – HG, Morelo – MOR a Radi – RAD. U všech býků byl k dispozici pouze údaj o hmotnosti JUT z jatek, kde bylo zvíře poráženo. Realizační hmotnost vyjádřená v kg živé váhy byla tedy stanovena kvalifikovaným odhadem. Ke konverzi hmotnosti JUT na živou váhu byl použit koeficient 1,78, což odpovídá průměrné jatečné výtěžnosti 56,2 %. Tento údaj byl použit na základě literární rešerše více prací, které konstatují průměrnou jatečnou výtěžnost dospělých býků plemene ČESTR mezi 54-58 % (Kučerová et al. 2003; Filipčík et al. 2008) a také na základě doporučení chovatele. Tento údaj je o něco nižší než plemenný standard, který je na úrovni 58 %. Protože nebyly k dispozici ani údaje o váze při narození, tato byla definována na základě rešerše dostupné literatury (Bujko et al. 2019; Bujko et al. 2020) jako konstanta, 40 kg. V tomto experimentu považujeme věk při porážce za celkovou dobu strávenou ve výkrmu nakolik už pobyt na odchovně mladého skotu je de facto přípravou pro výkrm a všechny operace a také krmení jsou tomu přizpůsobeny.

4.4 Statistické vyhodnocení

Pro sledování býků byly v datovém souboru evidovány a vypočteny následující ukazatele:

- ušní číslo
- datum narození
- datum porážky
- porážkový věk ve dnech
- porodní hmotnost (stanovena jako konstanta 40kg)
- hmotnost JUT v kg
- porážková hmotnost v kg
- celkový přírůstek ve výkrmu
- otec býka

Následně bylo manuálně doplněno pořadí otelení na osobní konzultaci se zootechnikem podniku, s využitím manažerského softwaru Farmsoft (Farmsoft, FARMTEC a.s.) a také plemenářské databáze ČR (plemdat.cz 2024). Informace o genotypu otce, pořadí a sezóně otelení byly v datovém souboru zakódovány tak, aby mohlo proběhnout jejich samotné vyhodnocení a statistické testování ve statistickém programu SPSS (IBM SPSS Statistics Data Editor). Pro vytvoření grafických znázornění byl také využit program Microsoft Excel.

Vybrané faktory, jejichž vliv na růstovou schopnost byl zkoumán, byly zpracovány a zakódovány následovně. V případě sezóny otelení byl vzorek rozdělen do 4 skupin podle ročních období. Býci narození v měsících březen až květen byli zařazeni do skupiny jaro (1), býci narození v měsících červen až srpen do skupiny léto (2), býci narození v měsících září až listopad do skupiny podzim (3) a nakonec ti narození v měsících prosinec až únor do skupiny zima (4). V případě pořadí otelení byl vzorek rozdělen opět do 4 skupin. Zvířata z prvního otelení v první skupině, z druhého otelení ve druhé skupině, z třetího otelení ve třetí skupině a ze čtvrtého a dalšího otelení byla sloučena do čtvrté skupiny. Počáteční rozhodnutí zkoumat vliv genotypu pouze na základě linií a ne jednotlivých otců vzniklo z důvodu že několik otců bylo ve vzorku zastoupeno jen malým počtem synů. U linií a následně i při testování otců samostatně se tento problém podařilo částečně odstranit, jak bude vidět v části výsledky.

V rámci samotného statistického testování nejprve proběhl výpočet jednotlivých průměrných denních přírůstků pro každého býka. Následně byla vypočtena standardizovaná váha při 365 a 610 dnech pro každého býka, přičtením nebo odečtením násobku jeho průměrného denního přírůstku a rozdílu porážkového věku od 365 nebo 610 dnů. 365 dní bylo zvoleno nakolik se jedná o věk 1 roku, kdy je do velké míry možné určit budoucí výkonnost výkrmu na základě současné hmotnosti a také porovnávat hodnoty s dostupným akademickým výzkumem. 610 dní bylo zvoleno jako hodnota která představovala průměrný věk při porážce pro celou skupinu sledovaných býků. Je to tedy standardizovaná délka výkrmu. Jako první úkon byly vyhodnoceny základní deskriptivní ukazatele datového vzorku: četnosti, průměry, směrodatné odchylky, minimální a maximální hodnoty. Následně byly vyhodnoceny korelace mezi všemi důležitými proměnnými ve vzorku. Tyto údaje poskytly základní rámec pro další statistické testování. Následně byl testováním analýzy rozptylu (ANOVA) zkoumán vliv sezóny otelení, pořadí otelení a genotypu (linie) otce na rozdíl průměrných denních přírůstků a také standardizovaných hmotností při 365 a 610 dnech. Toto testování mělo určit zda existují statisticky signifikantní rozdíly mezi sledovanými skupinami. Pokud se potvrdilo, že existují statisticky signifikantní rozdíly, pak byl doplňkově proveden Tukeyho post hoc test, který určuje mezi kterými konkrétními skupinami tyto rozdíly existují.

Následně byl vytvořen regresní model k určení lineárního vztahu mezi věkem při porážce a finální hmotností při porážce, kde věk při porážce byl nezávislou proměnnou a finální živá váha při porážce závislou proměnnou. Další použitou metodou statistického vyhodnocení vlivu genotypu otce bylo vyhodnocení korelačního koeficientu mezi indexem FW jednotlivých otců a standardizovanou průměrnou hmotností při 610 dnech jejich synů. Toto pozorování je důležité, protože právě index FW stanovuje plemennou hodnotu býků strakatých plemen související s produkcí masa. Následně byl testem ANOVA zkoumán vliv genotypu otce (individuální otcové) na rozdíl průměrných denních přírůstků a také standardizovaných hmotností při 365 a 610 dnech jen pro otce, kteří byli v testu zastoupeni 10 a více syny. Nakonec byl k tomuto sledování vytvořen model lineární regrese, kde index FW byl nezávislou proměnnou a živá váha v 610 dnech závislou proměnnou. Všechny výsledky testů ANOVA a korelaci byly testovány na úrovních signifikance $P < 0,05$, $P < 0,01$ a $P < 0,001$.

5. Výsledky

5.1 Deskriptivní statistika

5.1.1 Ukazatele růstové schopnosti

Výkrm býků v tomto experimentu trval v průměru 609,7 dní. Býci dosahovali průměrné váhy 716,7 kg a průměrného denního přírůstku 1111 g/den, viz tabulka 3 níže. Výběr býků na porážku byl zejména na základě délky výkrmu, zhruba 600 dní, dosažené váhy ale také aktuální tržní ceny masa, kterou bylo možné na jatkách utržit. Z důvodu výkyvů v tržních cenách docházelo často k rozhodnutí chovatele prodloužit délku výkrmu a počkat na lepší ceny na jatkách nebo naopak prodat zvířata, která jinak ještě nedosahovala parametrů k ukončení výkrmu spíše z důvodu příznivé ceny. Je tedy možné vidět relativně velký rozsah mezi maximální a minimální hodnotou dosaženého věku (512-729 dní), ale i finální hmotnosti (539-896 kg).

Tabulka 3: Deskriptivní ukazatele pro: věk při porážce, živou hmotnost při porážce, hmotnost JUT, průměrný denní přírůstek ve výkrmu a standardizované váhy ve 365 a 610 dnech

	\bar{x}	SD	Min.	Max.
Věk při porážce v dnech	609,7	31,4	512	729
Finální hmotnost	716,7	63,5	539	896
Hmotnost JUT v kg	402,7	35,7	302,7	503,5
Přírůstek v g/den	1111,5	103,5	766	1450
Živá hmotnost při 365 dnech	445,7	37,8	320	569
Živá hmotnost při 610 dnech	718	63,1	507	924

\bar{x} - průměr, SD – směrodatná odchylka

5.1.2 Sezóna otelení

Z hlediska sezóny otelení byl vzorek rozdělen do 4 skupin podle ročních období. Býci narození v měsících březen až květen byli zařazeni do skupiny jaro, býci narození v měsících červen až srpen do skupiny léto, býci narození v měsících září až listopad do skupiny podzim a nakonec ti narození v měsících prosinec až únor do skupiny zima. Z tabulky 4 vidíme, že každá skupina tvořila zhruba jednu čtvrtinu všech sledovaných zvířat, což koresponduje s metodou celoročního telení na mlékových farmách.

Tabulka 4: Četnost v skupinách dle sezóny otelení

Sezóna otelení	Četnost	Procento
Jaro	199	27,0
Leto	189	25,6
Podzim	186	25,2
Zima	163	22,1

5.1.3 Pořadí otelení

V případě pořadí otelení byl vzorek opět rozdělen do 4 skupin. Zvířata z prvního otelení v jedné skupině, z druhého otelení ve druhé skupině, z třetího otelení ve třetí skupině a ze čtvrtého a dalšího otelení byla sloučena do čtvrté skupiny. Opět je v tabulce 5 možné pozorovat poměrně vyváženou distribuci zvířat v rámci těchto skupin i když jemně ve vzorku dominují prvotelky.

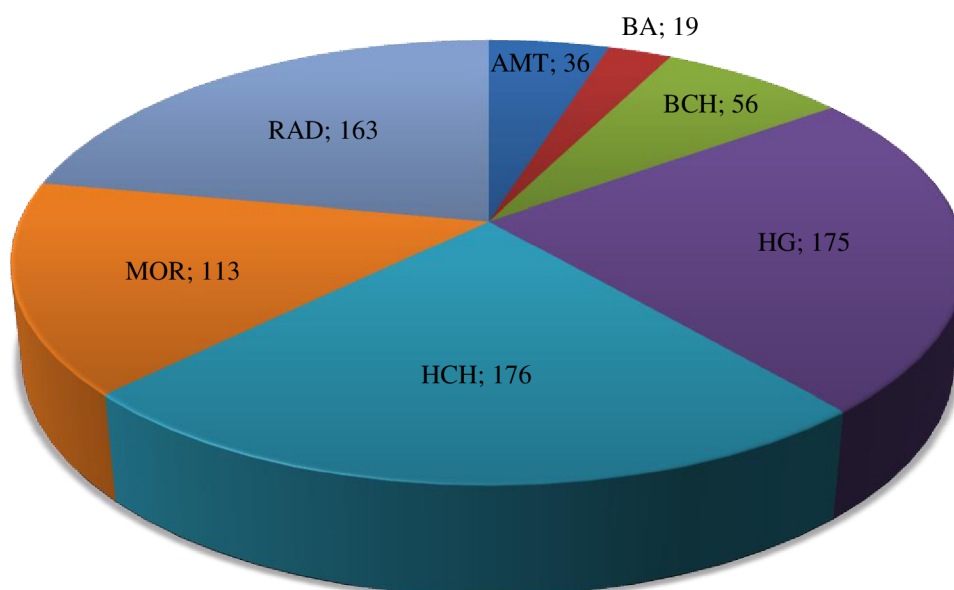
Tabulka 5: Četnost v skupinách dle pořadí otelení

Pořadí otelení	Četnost	Procento
1.	223	30,3
2.	172	23,3
3.	145	19,7
4. a více	197	26,7

5.1.4 Genotyp (linie) otce

Z hlediska zastoupených linií už můžeme sledovat mnohem větší variabilitu a zároveň i menší vyváženost v počtu sledovaných býků v experimentu, viz graf 2 a tabulka 6 níže. Linií bylo celkem 7 a všech otců v experimentu celkem 39. Linie AMT byla vyváženě zastoupena dvěma býky AMT 106 (OPATA - GZW 93) a AMT 75 (LUCAS – GZW 115), linie BA byla zastoupena dvěma býky, primárně však býkem BA 130 (DELL – GZW 114). Linií BCH zastupovali tři otcové z čehož nejpoužívanější byli BCH 126 (KARAT – GZW 92) a BCH 139 (REMMEL – GZW 119). Nejpoužívanější byla ve vzorku linie HCH (Huch) v rámci které bylo používáno až devět plemeníků. Nejpoužívanější z nich byli 2 plemeníci HCH 34 (HUBERUS – GZW 126) a HCH 57 (HERMELIN – GZW 120). Linie HG byla druhá nejzastoupenější a bylo v rámci ní využíváno sedm býků, z nichž nejvíce byly používány tyto tři: HG 393 (MESIAS – GZW 126), HG 442 (WAVE – GZW 119) a HG 449 (ROLLS – GZW 125). Linií MOR zastupovalo 7 býků, nejpoužívanější však byli býci MOR 280 (MALAWI – GZW 122) a MOR 304 (MAXIMAL – GZW 123). Poslední linie RAD byla zastupována sedmi plemeníky z čehož však nejpoužívanější byly tyto dva: RAD 497 (VERMEER – GZW 122) a RAD 562 (IMST – GZW 122). Hodnoty indexu GZW se pro plemeníky pohybovaly mezi 92 až 137 a hodnoty indexu FW od 88 až do 123. Je tedy vidět velkou variabilitu těchto hodnot. Seznam všech používaných otců spolu s jejich hodnotami celkového selekčního indexu GZW a masného indexu FW je k nahlédnutí v tabulce 6.

Graf 2: Linie otců



Tabuľka 6: vsichni používaní otcové

Otec	Počet býkú	Index GZW	Index FW
AMT 106	13	93	101
AMT 75	23	115	92
BA 130	16	114	116
BA 132	3	117	106
BCH 126	28	92	94
BCH 139	26	119	114
BCH 145	2	128	109
HG 312	2	119	109
HG 393	43	126	111
HG 416	3	122	117
HG 426	21	124	107
HG 442	33	119	101
HG 449	68	125	103
HG 460	3	114	103
HG 471	1	113	89
HG 499	1	127	114
HCH 14	2	121	97
HCH 25	2	102	99
HCH 34	51	126	118
HCH 39	2	128	115
HCH 56	24	118	102
HCH 57	60	120	110
HCH 77	15	123	96
HCH 79	10	121	116
HCH 88	10	137	123
MOR 280	55	122	96
MOR 283	9	114	106
MOR 287	3	124	95
MOR 290	2	127	99
MOR 292	4	130	111
MOR 302	1	132	102
MOR 304	39	123	111
RAD 439	13	98	88
RAD 497	51	122	98
RAD 526	20	127	111
RAD 530	1	122	101
RAD 562	49	122	118
RAD 566	4	117	93
RAD 572	25	135	112

5.2 Statistické testování

5.2.1 Korelace mezi jednotlivými proměnnými

Jako úplně první úkon ve statistickém testování byly vyhodnoceny korelace mezi všemi důležitými proměnnými ve vzorku. Tyto údaje poskytly základní rámec pro další statistické testování a výsledky jsou shrnuty v tabulce 7 níže. Z tabulky jsou zřejmé jasné korelační vztahy mezi věkem a všemi proměnnými souvisejícími s růstem (hmotnosti, přírůstky). Nejsilnější je korelace mezi průměrným denním přírůstkem a věkem při porážce $r = 0,277$ ($P < 0,01$). Další silnou korelací je ta mezi finální hmotností a věkem při porážce $r = 0,258$ ($P < 0,01$). Vidno také středně silnou korelaci mezi sezónou otelení a věkem při porážce $r = 0,155$ ($P < 0,01$).

Tabulka 7: korelační koeficienty

	Pořadí otelení	Průměrný denní přírůstek (kg/deň)	Hmotnost 365 (kg)	Hmotnost 610 (kg)	Hmotnost JUT (kg)	Finální hmotnost (kg)	Věk při porážce (dny)
Sezóna otelení	-0,040	-0,022	-0,022	-0,022	0,060	0,060	0,155**
Pořadí otelení		-0,038	-0,038	-0,038	-0,050	-0,050	-0,027
Průměrný denní přírůstek (kg/deň)			1,000**	1,000**	0,856**	0,856**	-0,277**
Hmotnost 365 (kg)				1,000**	0,856**	0,856**	-0,277**
Hmotnost 610 (kg)					0,856**	0,856**	-0,277**
Hmotnost JUT (kg)						1,000**	0,258**
Finální hmotnost (kg)							0,258**

* Korelace je signifikantní při $P < 0,05$, ** Korelace je signifikantní při $P < 0,01$.

5.2.2 Vliv sezóny otelení

Pro posuzované skupiny v rámci pořadí otelení (jaro, léto, podzim, zima) byly statistickým testováním vypočteny hodnoty průměrů jednotlivých skupin metodou nejmenších čtverců (LSM – least square means) a střední chyby průměru (SELISM – standard error of least square means), které jsou zosumarizovány v tabulce 8 níže. Vliv sezóny otelení nebyl vyhodnocen jako statisticky signifikantní.

Tabulka 8: hodnoty LSM a SELISM – sezóna otelení

	N	Prům. přírůstek g/den LSM ± SELISM	Hmotnost 365 dnů kg LSM ± SELISM	Hmotnost 610 dnů kg LSM ± SELISM
Jaro	199	1111,99±7,01	445,88±2,56	718,32±4,28
Léto	189	1118,31±7,61	448,18±2,78	722,17±4,64
Podzim	186	1106,15±7,94	443,74±2,90	714,75±4,85
Zima	163	1109,11±8,03	444,83±2,93	716,56±4,9
Celý vzorek	737	1111,50±3,81	445,70±1,39	718,01±2,33

N – četnost zvířat ve vzorku, LSM – least square means (průměr nejmenších čtverců), SELISM – standard error of least square means (střední chyba průměru).

Z výše uvedených dat můžeme sledovat, že nejvyšší hodnoty ve všech sledovaných ukazatelích v testu dosáhly býci narození v létě s hodnotou průměrného denního přírůstku 1118 g a standardizovanými živými váhami při 365 dnech 448,18 kg a při 610 dnech 722,17 kg. Nejnižší hodnoty dosáhly býci narození na podzim a to o 12 g denního přírůstku, 5 kg váhy při 365 dnech a 8 kg váhy při 610 dnech méně. Kolem průměru celého vzorku se pohybovaly hodnoty pro býky narozené na jaře a v zimním období.

Následně byl proveden Tukeyho post hoc test, při kterém nebyly zjištěny žádné statisticky signifikantní rozdíly mezi skupinami. Na základě toho můžeme konstatovat, že neexistuje statisticky signifikantní vliv sezóny otelení na růstovou schopnost, vyjádřenou průměrným denním přírůstkem a standardizovanými váhami při 365 a 610 dnech.

5.2.3 Vliv pořadí otelení

Pro posuzované skupiny v rámci sezóny otelení (1, 2, 3, 4 a více) byly statistickým testováním vypočteny hodnoty průměrů metodou nejmenších čtverců a střední chyby průměru, které jsou zosumarizovány v tabulce 9 níže. Vliv pořadí otelení také nebyl vyhodnocen jako statisticky signifikantní.

Tabulka 9: Hodnoty LSM a SELSM – pořadí otelení

	N	Prům. přírůstek g/den LSM ± SELSM	Hmotnost 365 dnů kg LSM ± SELSM	Hmotnost 610 dnů kg LSM ± SELSM
1	223	1121,15±7,07	449,22±2,58	723,90±4,31
2	172	1101,27±8,02	441,96±2,93	711,77±4,89
3	145	1114,53±9,12	446,80±3,33	719,86±5,56
4 a více	197	1107,28±6,71	444,16±2,45	715,44±4,09
Celý vzorek	737	1111,50±3,81	445,70±1,39	718,01±2,33

N – četnost zvířat ve vzorku, LSM – least square means (průměr nejmenších čtverců), SELSM – standard error of least square means (střední chyba průměru).

Z výše uvedených dat můžeme sledovat, že nejvyšší hodnoty ve všech sledovaných ukazatelích v testu dosáhly býci po prvotelkách, nejnižší zase po kravách na druhém otelení. Lze také pozorovat, že hodnoty nad průměrem celého vzorku dosáhly býci po kravách na třetím otelení a ty po 4 a dalším otelení se pohybovaly těsně pod úrovní průměru celého vzorku. Lze zhodnotit, že mezi nejvýkonnějšími býky po prvotelkách a nejhůře hodnocenými po kravách na druhém otelení je rozdíl v denním přírůstku 20g, v hmotnosti při 365 dnech 8 kg a v hmotnosti při 610 dnech 12 kg.

Následně byl proveden Tukeyho post hoc test, při kterém nebyly zjištěny žádné statisticky signifikantní rozdíly mezi skupinami. Na základě toho můžeme konstatovat, že neexistuje statisticky signifikantní vliv pořadí otelení na růstovou schopnost, vyjádřenou průměrným denním přírůstkem a standardizovanými váhami při 365 a 610 dnech.

5.2.4 Vliv genotypu (linie) otce

Pro posuzované skupiny v rámci genotypu otce (AMT, BA, BCH, HG, HCH, MOR, RAD) byly statistickým testováním vypočteny hodnoty průměrů metodou nejmenších čtverců a střední chyby průměru, které jsou zosumarizovány v tabulce 10 níže. Vliv genotypu na úrovni linie nebyl vyhodnocen jako statisticky signifikantní.

Tabulka 10: Hodnoty LSM a SELSM – linie otce

	N	Prům. přírůstek g/den	Hmotnost 365 dnů	Hmotnost 610 dnů
		LSM ± SELSM	kg LSM ± SELSM	kg LSM ± SELSM
AMT	36	1079,15±16,67	433,89±6,09	698,28±10,17
BA	19	1103,32±28,93	442,71±10,56	713,02±17,65
BCH	56	1097,93±15,30	440,74±5,59	709,73±9,34
HG	174	1121,48±7,9	449,34±2,89	724,10±4,82
HCH	176	1120,94±7,64	449,14±2,79	723,77±4,66
MOR	113	1096,82±8,44	440,34±3,08	709,06±5,15
RAD	163	1113,6±8,35	446,46±3,05	719,29±5,1
Celý vzorek	737	1111,50±3,81	445,70±1,39	718,01±2,33

N – četnost zvířat ve vzorku, LSM – least square means (průměr nejmenších čtverců), SELSM – standard error of least square means (střední chyba průměru).

Z výše uvedených dat můžeme sledovat, že nejvyšší hodnoty v testu dosáhly býci z linií HG a HCH, mezi těmito dvěma liniemi byly pozorovány jen malé rozdíly ve všech sledovaných hodnotách. Nejnížší hodnoty dosahovaly býci z linie AMT. Hodnoty nad průměrem celého vzorku dosáhly také býci z linie RAD. Mezi nejvýkonnější linií HG a nejslabší linií AMT je rozdíl v denním přírůstku 42 g, v hmotnosti při 365 dnech 16 kg a v hmotnosti při 610 dnech 26 kg.

Následně byl proveden Tukeyho post hoc test, při kterém nebyly zjištěny žádné statisticky signifikantní rozdíly mezi skupinami. Na základě toho můžeme konstatovat, že neexistuje statisticky signifikantní vliv genotypu (linie) otce na růstovou schopnost, vyjádřenou průměrným denním přírůstkem a standardizovanými váhami při 365 a 610 dnech. Vliv genotypu však bude ještě dále testován na úrovni individuálních otců.

5.2.5 Korelace a porovnání indexu FW a standardizované živé váhy při 610 dnech

Vztah mezi indexem FW jednotlivých otců a standardizovanou hmotností při 610 dnech jejich synů byl vyhodnocen Pearsonovým korelačním koeficientem. Tento korelační koeficient dosáhl hodnoty $r = 0,180$ ($P < 0,01$), jak je shrnuto v tabulce 12. Vztah mezi indexem FW a průměrnou hmotností při 610 dnech je také znázorněn v grafu 3.

Tabulka 12: Pearsonův korelační koeficient pro index FW a standardizovanou hmotnost při 610 dnech

	Hmotnost 610 dnů
Index FW	0,180 *

* Korelace je signifikantní při $P < 0,01$

Pro reprezentativnější výsledky však bylo z dalšího testování vyřazeno 17 otců, kteří byli zastoupeni méně než 10 syny v testu (celkem bylo vyřazeno 44 synů). Vidět, že se korelační koeficient ještě zvýšil a to na $0,187$ ($P < 0,01$), jak je shrnuto v tabulce 13. Vztah mezi indexem FW a průměrnou hmotností při 610 dnech pro býky kteří byli zastoupeni v testu 10 a více syny je také znázorněn v grafu 4.

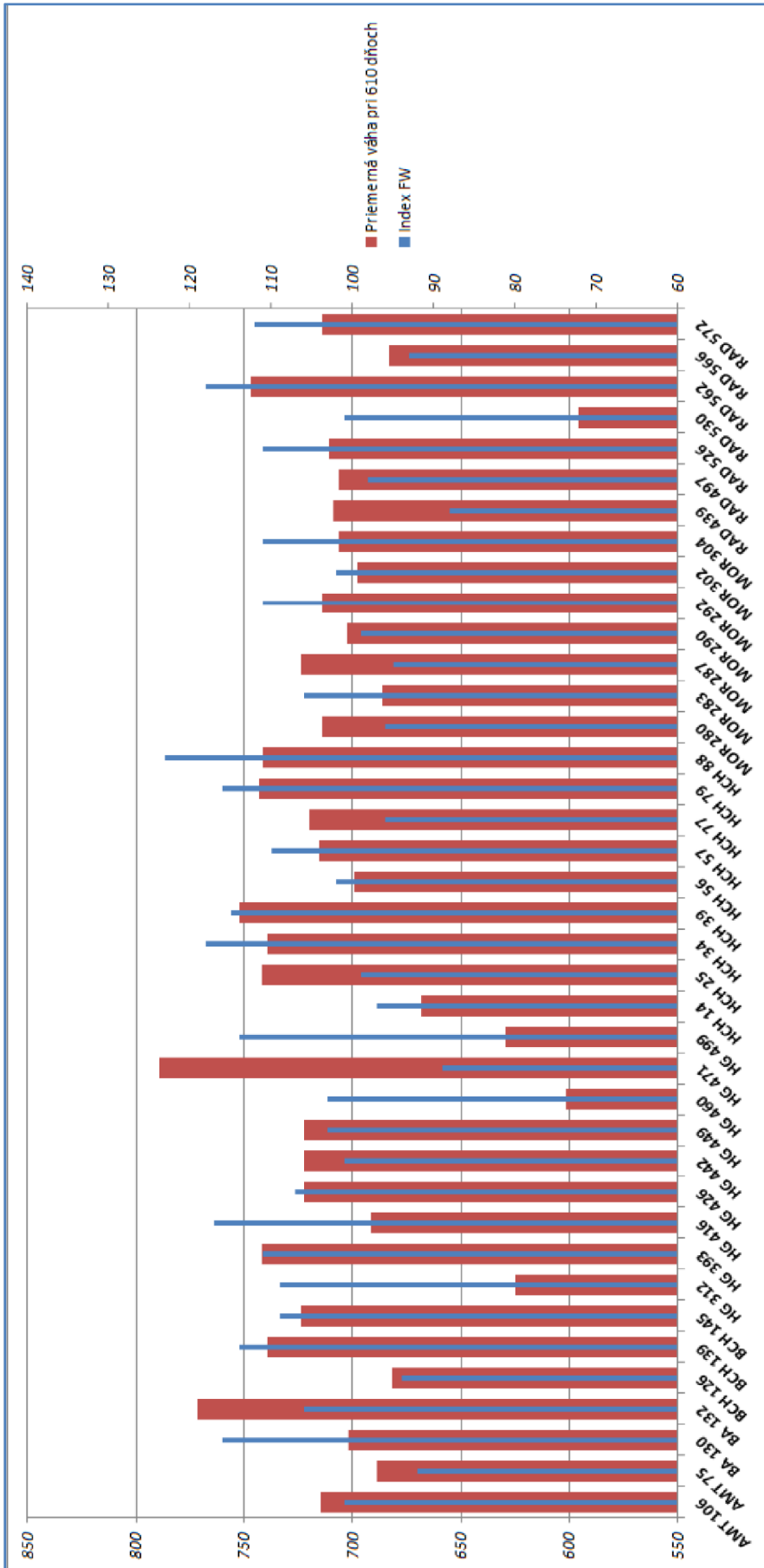
Tabulka 13: Pearsonův korelační koeficient pro index FW a standardizovanou hmotnost při 610 dnech (jen otcové zastoupeni víc než 10 syny v testu)

	Hmotnost 610 dnů
Index FW	0,187 *

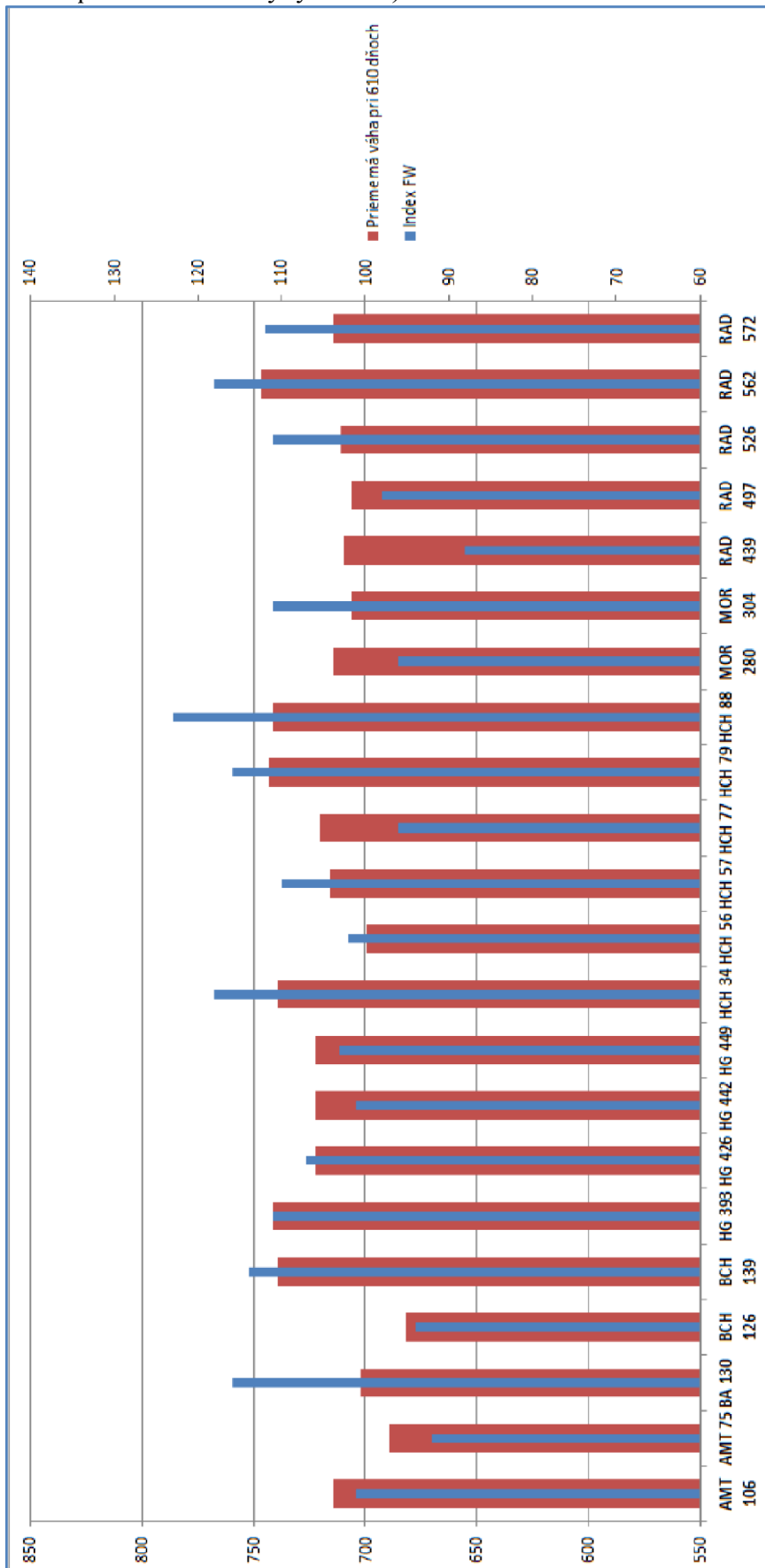
* Korelace je signifikantní při $P < 0,01$

Z hlediska výskytu statisticky signifikantní korelace bylo přistoupeno i k vyhodnocení vlivu jednotlivých otců prostřednictvím testu ANOVA pro otce, kteří v testu měli 10 a více synů.

Graf 3: Porovnání indexu FW a standardizované živé váhy ve 610 dnech



Graf 4: Porovnaní indexu FW a standardizované živé váhy ve 610 dnech (jen otcové zastoupeni víc než 10 syny v testu)



5.2.6 Vliv otce (jen otcové zastoupení 10 a víc syny v testu)

Pro posouzení vlivu jednotlivých otců byly statistickým testováním vypočteny hodnoty průměrů metodou nejmenších čtverců a střední chyby průměru, které jsou zosummarizovány v tabulce 12 níže. Vliv otce byl vyhodnocen jako statisticky signifikantní ($P < 0,001$).

Tabulka 12: Hodnoty indexu FW a LSM a SELSM – otec (jen otcové zastoupení 10 a víc syny v testu)

Otec	N	Index FW	Prům.	Hmotnost	Hmotnost 610
			přírůstek g/den	365 dnů	dnů
			LSM ± SELSM	kg	kg
				LSM ±	LSM ±
			SELSM	SELSM	SELSM
AMT 106	13	101	1105,73±27,01	443,59±9,86	714,49±16,48
AMT 75 ^a	23	92	1064,13±20,94	428,41±7,65	689,12±12,78
BA 130	16	116	1085,28±31,64	436,13±11,55	702,02±19,30
BCH 126 ^{bcd}	28	94	1051,58±24,19	423,83±8,83	681,47±14,76
BCH 139	26	114	1146,04±15,34	458,31±5,60	739,09±9,36
HG 393 ^c	43	111	1150,25±15,67	459,84±5,72	741,65±9,56
HG 426	21	107	1119,02±22,65	448,44±8,27	722,60±13,82
HG 442	33	101	1118,86±20,26	448,39±7,39	722,51±12,36
HG 449	68	103	1119,07±10,82	448,46±3,95	722,63±6,60
HCH 34 ^b	51	118	1146,54±14,91	458,49±5,44	739,39±9,00
HCH 56	24	102	1080,41±19,93	434,35±7,28	699,05±12,16
HCH 57	60	110	1107,30±11,67	444,16±4,26	715,45±7,12
HCH 77	15	96	1114,80±22,79	446,90±8,32	720,03±13,90
HCH 79	10	116	1152,89±28,10	460,81±10,26	743,27±17,14
HCH 88	10	123	1149,54±46,90	459,58±17,12	741,22±28,61
MOR 280	55	96	1105,05±12,29	443,34±4,49	714,08±7,50
MOR 304	39	111	1092,17±12,73	438,64±4,66	706,22±7,77
RAD 439	13	88	1096,97±21,01	440,40±7,67	709,15±12,82
RAD 497	51	98	1092,20±13,63	438,65±4,98	706,24±8,31
RAD 526	20	111	1099,58±20,16	441,35±7,36	710,74±12,30
RAD 562 ^{ad}	49	118	1159,20±17,00	463,11±6,21	747,11±10,37
RAD 572	25	112	1105,32±21,03	443,44±7,68	714,25±12,83
Celý vzorek	693		1113,68±3,90	446,49±1,43	719,35±2,38

N – četnost zvířat ve vzorku, LSM – least square means (průměr nejmenších čtverců), SELSM – standard error of least square means (střední chyba průměru). Stejná písmena při otcích znamenají statisticky signifikantní rozdíly ve všech parametrech: a,b,c – rozdíl signifikantní při $P < 0,05$, d – rozdíl signifikantní při $P < 0,01$.

Následně byl proveden Tukeyho post hoc test, při kterém byly zjištěny statisticky signifikantní rozdíly mezi otci AMT 75 a RAD 562, BCH 126 a HCH 34, BCH 126 a HG 393 ($P < 0,05$). Statisticky signifikantní rozdíly byly také zjištěny mezi otci RAD 562 a BCH 126 ($P < 0,01$).

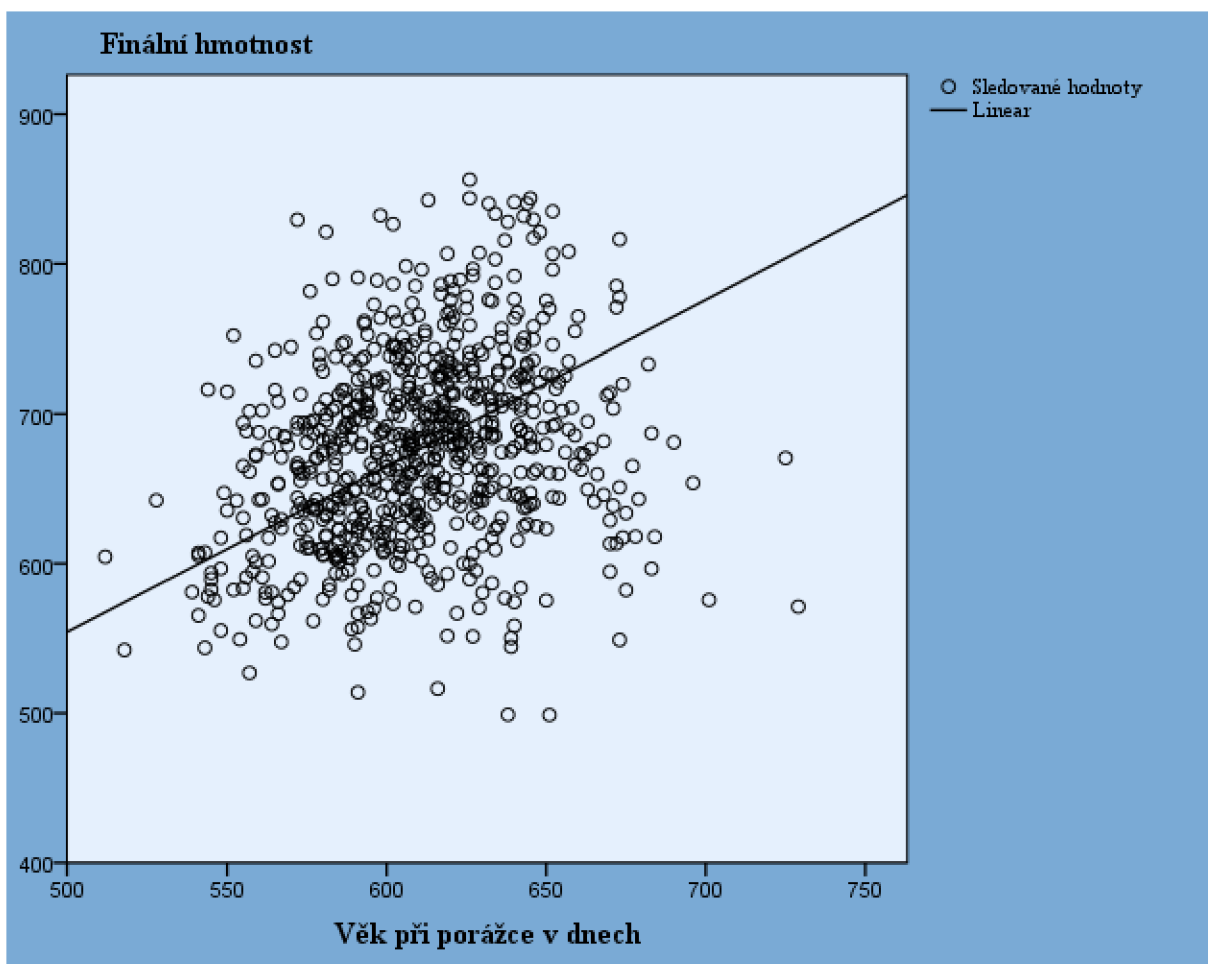
Z výše uvedených dat můžeme sledovat, že nejvyšší hodnoty ve všech sledovaných ukazatelích v testu dosáhly býci po otci RAD 562. Vysoce nadprůměrné hodnoty dosáhli také synové býků HCH 79, HCH 88, HCH 34 a BCH 139. Nejhorší výsledky dosáhli synové býka BCH 126 a pod průměrem celého vzorku se ocitli i synové býků AMT 75, HCH 56 a také BA 130.

Na základě těchto výsledků můžeme konstatovat, že existuje statisticky signifikantní vliv otce na růstovou schopnost, vyjádřenou průměrným denním přírůstkem a standardizovanými váhami při 365 a 610 dnech.

5.2.7 Regresní model pro vyhodnocení závislého vztahu věku a živé váhy při porážce

Jelikož při vyhodnocení korelačních koeficientů mezi jednotlivými proměnnými bylo pozorováno, že korelace mezi věkem a živou váhou při porážce byla stanovena na $r = 0,258$ ($P < 0,01$), následujícím krokem bylo zjistit, jak vypadá tento lineární vztah při vyjádření regresním modelem, kde věk při porážce bude nezávislou proměnnou a finální živá váha při porážce závislou proměnnou. Prvním krokem byl odhad závislého lineárního vztahu, který je graficky znázorněn v grafu 5 níže.

Graf 5: Odhad křivky lineární regrese



Už z vizuálního pozorování znázorněných dat je jasné, že vztah mezi těmito dvěma proměnnými je velmi silný. Je také zřejmé, že i když existují skupiny odlehlých bodů, které se vychylují z normálu, tak lineární vztah je pevně stanoven a tyto body jsou v pozorování tak velkého vzorku běžné. Toto bylo potvrzeno i měřením Cookovy vzdálenosti, která pro žádné z pozorování nepřesáhla hranici 1 což se považuje za hodnotu, při které má být pozorování z testování vyloučeno. Následně na podkladě tohoto vztahu byla definována lineární rovnice, která vychází z hodnot uvedených v tabulce 11 a vypadá následovně:

$$y=1,108x + 40$$

kde 40 představuje konstantní živou váhu 40 kg při narození a 1,108 představuje průměrný denní přírůstek. Determinanční koeficient takové rovnice je velmi vysoký $R^2 = 0,991$.

Tabulka 11: Parametry lineární regrese pro vztah věku a živé váhy při porážce

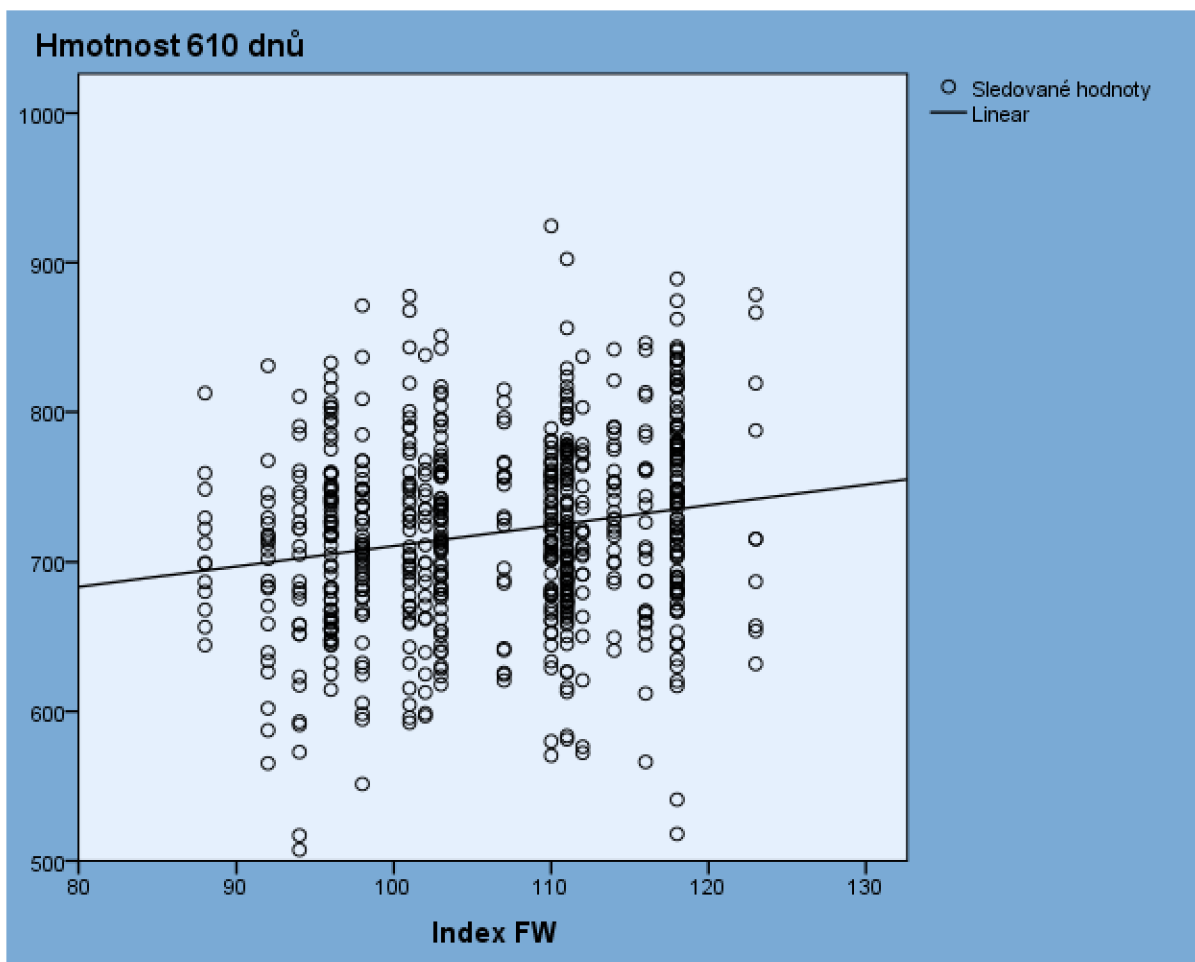
R	R ²	SE odhadu	Konstanta regresního modelu	Beta koeficient regresního modelu	SE Beta koeficientu
0,996	0,991	64,038	40	1,108	0,004

R – korelační koeficient , R² – determinanční koeficient, SE – střední chyba.

5.2.8 Regresní model pro vyhodnocení závislého vztahu mezi indexem FW otce a průměrnou hmotností synů při 610 dnech

Jelikož při vyhodnocení korelačních koeficientů bylo pozorováno, že korelace mezi indexem FW otce a průměrnou hmotností synů při 610 dnech byla stanovena na 0,187 při úrovni signifikance $P < 0,01$ (pokud byli zahrnuti pouze otcové s 10 a více syny) a byly také zjištěny statisticky signifikantní rozdíly testováním ANOVA, následujícím krokem bylo zjistit, zda existuje lineární vztah při vyjádření regresním modelem, kde index FW otce bude nezávislou proměnnou a hmotnost synů při 610 dnech závislou proměnnou. Prvním krokem byl odhad závislého lineárního vztahu, který je graficky znázorněn v grafu 6 níže.

Graf 6: Odhad křivky lineární regrese



Již z vizuálního pozorování znázorněných dat je jasné, že jelikož se hodnoty indexu FW nepohybují na kontinuu, tak nebude jednoznačně možné určit přímý lineární vztah mezi těmito dvěma proměnnými. I determinanční koeficient takového lineárního vztahu to potvrzuje. Je velmi nízký: $R^2 = 0,035$. Lineární rovnice tohoto vztahu, která vychází z hodnot uvedených v tabulce 14 tak vypadá následovně:

$$y = 1,368x + 573,93$$

Znamená to, že při vypočtení této rovnice pro průměrnou hodnotu indexu FW v populaci (100), by měla být hmotnost býků v 610 dnech 710,73kg.

Tabulka 14: Parametre lineární regrese pro vztah indexu FW otce a průměrné hmotnosti synů v 610 dnech

R	R^2	SE odhadu	Konstanta regresního modelu	Beta koeficient regresního modelu	SE Beta koeficientu
0,187	0,035	61,63	573,93	1,368	0,273

R – korelační koeficient, R^2 – determinanční koeficient, SE – střední chyba.

6. Diskuse

Formulace hypotéz této práce pramenila z dostupného akademického výzkumu na téma faktorů ovlivňujících růstovou schopnost býků kombinovaných a masných plemen. Na základě pozorovaných výsledků vidíme, že některé vyhodnocované vlivy v této práci byly vyhodnoceny jako statisticky nesignifikantní (sezóna otelení, pořadí otelení) a některé zase jako statisticky signifikantní (genotyp otce).

6.1 Deskriptivní ukazatele

Býci v tomto experimentu byly vykrmovány do průměrné váhy 717 kg při 610 dnech a dosáhly průměrného denního přírůstku 1111 g. Z práce Bureše & Bartoňa (2018) vidíme, že v jejich porovnání různých plemen, plemeno ČESTR dosáhlo 629 kg při 518 dnech a denním přírůstku 1338g. Toto byl však jen experimentální vzorek 10 býků, takže výsledky jsou značně ovlivněny tímto faktem. I tak to ale slouží ke stanovení tzn. benchmark (srovnávací) hodnoty, které lze v ideálních podmínkách dosáhnout. V jiné práci Bujka et al. (2020) zase vidíme, že býci plemene slovenské strakaté, které je fylogeneticky příbuzným plemenem ČESTR-a, dosáhli ve 365 dnech pouhých 304 kg, což je podstatně nižší než hmotnost 445 kg, které dosáhly býky ve 365 dnech v tomto experimentu. V práci Toušové et al. (2014), která ještě bude přiblížena při diskusi efektu sezóny a pořadí otelení, zase vidíme o něco lepší výsledky růstu telat (býčků) plemene charolais, které dosahovaly při 365 dnech 564 kg.

Tyto výsledky můžeme dát do souvisu i s výsledky Savoii et al. (2019), kteří na pozorování výkrmu býků specializovaného masného plemene s dvojitým osvalením piemontese, konstatovali v testu netto přírůstek 818g/den. Při přepočtení brutto přírůstku 1111 g/den dosaženého v experimentu této práce na čistý přírůstek získáme hodnotu 622 g/den což je téměř o čtvrtinu méně. Průměrná hmotnost JUT u Savoii et al. (2019) dosahovala 438 kg v 541 dnech ve srovnání s 403kg v 610 dnech v této práci. Na tomto příkladu je vidět, že oproti vysoce výkonným, specializovaným masným plemenům, výkrm býků plemene ČESTR bude i v optimálních podmínkách částečně zaostávat.

6.2 Vliv sezóny otelení

Z hlediska sezóny otelení se nepotvrdil statisticky signifikantní vliv, tak jak ho ve své práci konstatovali například Kebede & Komlosi (2015). Zajímavé je pozorování, že nejlepších výsledků z hlediska průměrného přírůstku a také hmotnosti ve 365 a 610 dnech dosáhly býci narození v létě. Tento výsledek sice nebyl statisticky signifikantní a rozdíly mezi skupinami byly jen minimální, jde však o úplnou kontradikci dosavadního výzkumu (Kebede & Komlosi 2015; Savoia et al 2019; Bujko et al. 2020; Ducháček et al. 2022). Z hlediska tohoto dostupného výzkumu byl předpoklad, že nejlepších výsledků budou dosahovat býci narození v měsících leden až březen, tak jako tomu bylo v práci Savoia et al. (2019), resp. leden až květen, jak tomu bylo v práci Kebede & Komlosiho (2015). Toto by se s velkou pravděpodobností potvrdilo pokud by sledovaná zvířata ve výkrmu pocházela z chovů krav bez tržní produkce mléka, kde by byl předpoklad, že optimální využití pastevního porostu matkami mělo vliv na prvotní růst telat prostřednictvím zvýšené mléčnosti matek. Toto je případ právě výzkumu Savoia et al. (2019), který byl prováděn na populaci intenzivního masného plemene piemontese a také výzkumu Toušové et al. (2014) na populaci plemene charolaise. U telat pocházejících z mlékových chovů však takový vztah nemusí nutně existovat. Telata jsou od matek odstavena okamžitě a jsou krmena mléčnou náhražkou od začátku svého života tak jako tomu bylo i v tomto experimentu. Efekt mléčnosti matky tak, jak ho zmiňuje právě Toušová et al. (2014) v tomto případě nehraje žádnou roli. Právě proto je možná mnohem důležitější vliv chovatele, jak ho konstatují např. Ducháček et al. (2022). Pokud je zajištěna kvalitní poporodní péče o telata během celého roku bez ohledu na roční období, je celoročně zajištěna kvalitní výživa a je ke zvířatům přístupováno stejně v rámci technologie výkrmu, tak v tomto experimentu nevznikly předpoklady k tomu, aby byly výkrmové schopnosti ovlivněny sezónou otelení.

6.3 Vliv pořadí otelení

Z hlediska vlivu pořadí otelení existuje několik argumentů, pro které nebyl pozorován v tomto experimentu žádný statisticky signifikantní vliv. V první řadě lze na základě jednoduché analýzy zhodnotit, že vliv pořadí otelení mohl být zcela eliminován zvolenou metodikou, konkrétně použitím konstantní hmotnosti při narození. Tento kompromis však musel být učiněn, protože ve zkoumaném chovu neprobíhala vážení telat při narození, z

důvodu nedostatečných personálních kapacit. Na základě rešerše dostupné literatury je zřejmé, že rozdíl v růstové schopnosti mezi telatami od prvotetek a krav na dalším otelení je do jisté míry způsoben právě statisticky signifikantně nižší hmotností telat od prvotetek. V tomto ohledu má pořadí otelení primárně vliv na následnou růstovou křivku prostřednictvím hmotnosti při narození. (Voříšková et al. 2010; Toušová et al. 2014; López Paredes et al. 2018; Poczynek et al. 2023).

Při tomto pozorování je opět zajímavý výsledek, který je v naprostém rozporu s dostupným výzkumem a to, že nejvyšší hodnoty u všech sledovaných ukazatelů růstu dosáhly právě prvotelky. Na významu tohoto zjištění neubírá ani to, že rozdíly byly jen minimální a statisticky nesignifikantní. V práci Savoieu et al. (2019) i v práci Toušové et al. (2014) vidíme, že s každým dalším otelením matky se růstová schopnost telete zvyšuje. V práci Toušové et al. (2014) tento rozdíl představuje například, až 50 kg živé váhy ve 365 dnech mezi telatami z prvního (477 kg) a čtvrtého (527 kg) otelení. Pro srovnání, zatímco telata charolaise z prvního otelení v jejich experimentu dosáhla hmotnost ve 365 dnech 477 kg, v tomto experimentu dosáhla telata ČESTR z prvního otelení 449 kg ve 365 dnech. Vidno tedy, že navzdory konstatování z předešlé kapitoly, kombinovaná plemena v optimálních podmínkách výkrmu nemusí výrazně zaostávat za těmi masnými. Zde je nutno dodat jak již bylo zmíněno při efektu sezóny otelení, že výzkumy Toušové et al. (2014) i Savoieu et al. (2019) byly dělány na populacích masných plemen a není tedy možná jednoduchá extrapolace výsledků na podmínky této práce. U masných plemen je předpoklad k tomu, že výkonnost a mléčnost matky bude signifikantně ovlivňovat růst telete a je také jasné, že výkonnost a mléčnost matky se s věkem zvyšuje, jak u mlékových, tak u masných plemen (Poczynek et al. 2023).

Vyrovnané výsledky napříč sledovanými skupinami v tomto experimentu můžeme tedy přisoudit hlavně celkovému vlivu chovatele a vyrovnaných podmínek výkrmu tak jak konstatovali Ducháček et al. (2022). Z hlediska pořadí otelení to znamená, že ve sledovaných podmínkách chovu neexistoval rozdíl mezi tím, jak se přistupuje k telatům od jalovic a od krav. Kvalita ostatních faktorů výkrmu dokáže v tomto kontextu dohnat i případný malý vliv pořadí otelení.

Částečně je také možné tento výsledek vysvětlit používáním těch nejspíckovějších plemenů při připouštění jalovic, což je běžnou praxí v mnoha podnicích. Do jisté míry lze konstatovat, že vliv na výsledek mohl mít i fakt, že synové po jalovicích byli nejzastoupenější skupinou v pozorování a představovali až 30 % celého vzorku. Také lze argumentovat, že i

velmi kvalitní mateřský genofond z důvodu dlouhodobé selekce a používání vysoce kvalitních plemenů může být jeden z důvodů proč nebyly pozorovány žádné statisticky signifikantní vlivy pořadí otelení na růstovou schopnost.

6.4 Vliv genotypu otce

Možná vůbec nejdůležitějším faktorem zvoleným pro výzkum touto prací je vliv genotypu otce. U tohoto faktoru byl i na základě literární rešerše předpoklad k prokázání statisticky signifikantních výsledků (Dračková et al. 2016; Bujko et al. 2020). V tomto směru proběhlo několik zkoumání, první prostřednictvím testu ANOVA na určení vlivu genotypu prostřednictvím linie i individuálních otců a následně také korelace a regrese na určení vlivu indexu FW jednotlivých otců na standardizovanou živou váhu při 610 dnech. Výsledky obou těchto variant zkoumání budou nyní blíže vysvětleny.

Na základě výsledků hodnot průměrného denního přírůstku i standardizovaných vah při 365 a 610 dnech můžeme konstatovat, že nejlepších výsledků dosáhly dvě nejzastoupenější linie HCH a HG. Nadprůměrné výsledky dosáhla také linie RAD a nejhorší výsledky dosáhla linie AMT. Rozdíly mezi jednotlivými liniemi sice nebyly statisticky signifikantní, variabilita mezi sledovanými liniemi však byla větší než tomu bylo v případě ostatních sledovaných faktorů. Jedním z důvodů pro které nebyly pozorovány signifikantní rozdíly na úrovni linie je velmi kvalitní mateřský genofond z důvodu dlouhodobé genetické práce a pozitivní selekce v podniku a také používání kvalitních otců napříč liniemi. Výsledek linii HG a HCH můžeme částečně přisoudit používání vysoce kvalitních plemenů v rámci těchto linií. V rámci linie HG to byl například nepoužívanější plemeno v testu HG 449 (ROLLS) s vysokou hodnotou indexu GZW (125) a FW (103), jehož synové dosáhli průměrné váhy v 610 dnech 722,63 kg ale i HG 393 (MESIAS) s GZW 126 a FW 111, jehož synové dosáhli průměrné váhy v 610 dnech v testu 741,65 kg. V linii HCH to byl zas špičkový plemeno HCH 34 (HUBERUS) s hodnotou indexu GZW (126) a druhou nejvyšší hodnotou FW ze všech býků v testu (118) jehož synové dosáhli průměrné váhy v 610 dnech 739,39 kg. Zajímavostí je, že opět byl pozorován naprosto protichůdný výsledek oproti práci Ducháčka et al. (2022), kteří vyhodnotili linii AMT jako druhou nejvýkonnější, s průměrným denním přírůstkem 1153 g oproti v této práci pozorovanými 1079 g, což byl nejhorší výsledek v testu. Naopak linie HG která byla v této práci vyhodnocena jako nejvýkonnější s průměrným denním přírůstkem 1121

g dosáhla v jejich práci vůbec nejnižší průměrný denní přírůstek 1139 g. Zde je také nutno zdůraznit, že ani oni nepozorovali statisticky signifikantní vliv genotypu na úrovni linie a jimi testovaná zvířata dosáhla lepších výsledků napříč všemi linemi, což je částečně možné přisoudit menšímu experimentálnímu vzorku v jejich studii.

Statisticky signifikantní vliv genotypu byl v této práci potvrzen až při zkoumání na úrovni jednotlivých otců, tak jak bylo pozorováno např. i v pracích Bujka et al. (2019; 2020). Přestože i Ducháček et al. (2022) ve své práci prezentovali růstové křivky s využitím MIXED modelu na úrovni individuálních otců, konkrétní hodnoty dat nejsou prezentovány tak, aby je bylo možné srovnat s hodnotami dosaženými v tomto testu.

Jedním z hlavních důvodů pro který nemusely být pozorovány žádné statisticky signifikantní rozdíly mezi liniemi, ale byly zjištěny na úrovni individuálních otců je fakt, že v rámci linií existuje velmi vysoká variabilita mezi plemennými hodnotami jednotlivých otců. Z tohoto důvodu je tedy vhodnější zkoumání po samostatných otcích, tak jak to bylo následně provedeno i v této práci. V tomto ohledu se potvrdil i vliv plemenné hodnoty reprezentované indexem FW na růstovou schopnost, což bude blíže přiblíženo v další kapitole.

6.5 Vliv indexu FW otce

Vliv indexu FW a z něj pramenící plemenné hodnoty pro růstové schopnosti je překvapivě málo prozkoumán v akademické literatuře a proto není možné dělat mnoho závěrů s odvoláním na akademický výzkum v této oblasti.

Vliv indexu FW na živou hmotnost při 610 dnech byl zkoumán ve dvou různých statistických testech. Nejprve se zapojením všech otců v testu a následně se zapojením pouze těch, kteří byli zastoupeni 10 a více syny v testu. V tomto směru bylo pozorováno zvýšení korelačního koeficientu z počátečního testování $r = 0,180$ ($P < 0,01$) na $r = 0,187$ ($P < 0,01$) při druhém testování. Z hlediska samotného vlivu hodnoty indexu FW na průměrné hodnoty hmotnosti při 610 dnech můžeme na základě výsledků korelace konstatovat, že je možné odpozorovat částečný vliv indexu FW, který zahrnuje vlastnosti související s masnou produkcí (7 % podíl masa, 7 % kvalita masa a 4 % netto přírůstky) (Slovenské biologické služby 2021) na průměrnou váhu při 610 dnech. Průměrná váha při 610 dnech býků v celém vzorku byla 718 kg a hmotnost vypočtená regresním modelem pro průměrnou hodnotu indexu

v populaci (FW - 100) byla v 610 dnech 710,73 kg. Zjednodušeně se dá říci, že všichni býci kteří dosáhli vyšší hmotnosti při indexu nižším než průměrná hodnota indexu v populaci (100) překonávají svou plemennou hodnotu a naopak ti, kteří dosáhli nižší hmotnosti, při indexu vyšším než 100, svou plemennou hodnotu nesplňují. Je možné pozorovat více takových příkladů, např. u synů býka HCH 77 s podprůměrnou hodnotou FW 96, jehož synové dosáhli průměrné váhy v 610 dnech nad průměrem celého vzorku (720 kg) a naopak HCH 56 s nadprůměrnou hodnotou indexu FW 102 a průměrnou váhou v 610 dnech pouze 699 kg.

Důležité je také pozorování, že tři býci s vůbec nejvyšším indexem FW (HCH 88 – FW 123, RAD 562 – FW 118 a HCH 34 – FW 118) byly zároveň i jedny z nejvýkonnějších z hlediska všech sledovaných hodnot v testu. V tomto ohledu se potvrzuje, že vysoká plemenná hodnota otce se odrazí na produkčních a růstových schopnostech synů z důvodu relativně vysoké dědičnosti těchto vlastností. Vysokou dědičnost konstatují Ryu & Lee (2014), kteří tuto hodnotu odhadují na 0,58 – 0,76 i López-Paredes (2018), kteří zase dědičnost růstových schopností odhadují na 0,86 – 0,88.

Při prvotním pozorování dat však stále bylo třeba brát v úvahu fakt, že někteří otcové byli zastoupeni malým počtem synů. Až 17 plemeníků bylo v testu zastoupeno méně než 10 syny. Pokud byli následně vyhodnoceni jen býci kteří byli v testu zastoupeni 10 a více syny, tak vidíme, že korelační koeficient se zvýšil na 0,187 ($P < 0,01$). Toto potvrzuje, že pro kvalitní vyhodnocení vlivu genotypu je nutné pracovat s velkými daty, jelikož při malém množství pozorování může vlivem různých faktorů ve výkrmu docházet k velkým odchylkám a zkreslení. Kontradiktorní výsledek z hlediska rozdílu mezi statistickým testováním celých linií a otců samostatně zase naznačuje, že v budoucím výzkumu je pravděpodobně lepší držet se metodiky zkoumání otců samostatně, jelikož v rámci linií existuje vysoká variabilita mezi plemennými hodnotami jednotlivých plemeníků. Toto je však možné pouze v případě, že je k dispozici dostatečně velký referenční vzorek synů. V tomto ohledu se potvrzuje to, co konstatuje Meier et al. (2021), že všechny běžně používané indexy vedou chovatele k výběru vhodných plemeníků ke zlepšování požadovaných produkčních vlastností.

Při vyhodnocení navrženého modelu lineární regrese musíme brát v úvahu fakt, že jeho determinanční koeficient je jen na úrovni $R^2 = 0,035$ což znamená, že jeho vysvětlovací schopnost je velmi nízká. Z tohoto důvodu jej nelze doporučovat jako vysvětlující model pro vztah indexu FW a růstových schopností.

6.6 Lineární vztah mezi věkem a váhou

Pro vyhodnocení regresního modelu vyjadřujícího lineární vztah mezi věkem a váhou prezentovaného v kapitole 5.2.7 je nutno vysvětlit do jaké míry je zjednodušením všech faktorů ovlivňujících růst. Vysvětlovací schopnost tohoto lineárního regresního modelu byla v této práci pozorována na velmi vysoké úrovni. Determinanční koeficient lineární rovnice $y = 1,108x + 40$ byl $R^2 = 0,991$, což znamená, že 99,1 % variability v rámci závislé proměnné je vysvětleno variabilitou v rámci nezávislé proměnné. Tato zjištění lze dát do kontrastu s pracemi Bujka et al. (2019; 2020), jejichž výsledky naznačují váhu při narození 48 kg a průměrný denní přírůstek 700 - 800 g do prvního roku života.

Samozřejmostí je fakt, že takový vztah je zjednodušením skutečného růstového modelu, jelikož skutečný růstový model není striktně lineární a má různé úrovně růstu, různé inflexní body a různé jiné faktory, které tento model ovlivňují (Unterauer et al. 2021), jak již bylo konstatováno v literárním přehledu. Na základě zkoumání závislého vztahu mezi věkem a živou váhou při porážce v této práci lze konstatovat, že prodloužení času ve výkrmu sice má za následek zvýšení živé váhy při porážce, avšak pouze do bodu, kdy se nezačne zpomalovat růstová křivka co při zachování fixních denních nákladů bude mít vliv na ekonomiku výkrmu. Jak již bylo zmíněno ve výsledcích, vyjadřovací schopnost tohoto lineárního modelu je jen do momentu dosažení tohoto inflexního bodu, kdy dojde ke zpomalení růstu svaloviny a k rychlejšímu ukládání tukových tkání. Na základě pozorování grafického znázornění dat o tomto lineárním vztahu lze doporučit prodloužení výkrmu maximálně do 650 dnů. Taková délka výkrmu je konzistentní i s dostupnou literaturou. Již v literárním přehledu bylo konstatováno, že z historického pohledu se za optimální živou váhu při porážku považovala hodnota mezi 550 a 650 kg (Vrchlabský et al. 1988). V aktuálnějších pracích vidíme, že průměrná živá váha býků při porážce dosahovala 625,97 kg (Filipčík et al. 2020), 649 kg až 670 kg (Syrůček et al. 2017) a v práci Ducháčka et al. (2022) až 705,65 kg. V experimentu, který byl předmětem této diplomové práce, byly býci vykrmovány do ještě vyšší průměrné hmotnosti $716,7 \pm 63,5$ kg. Z hlediska dosaženého průměrného věku se výsledky této práce mírně liší od závěrů Filipčíka et al. (2020), v jejichž experimentu byl průměrný věk 646 dní ve srovnání s $609,7 \pm 31,4$ dny, v této práci, při dosažení identických hodnot hmotnosti jatečně upraveného těla 402 kg.

I zde by však bylo třeba dalšího zkoumání k určení kolik z nárůstu hmotnosti v pozdních dnech výkrmu ve skutečnosti tvoří tukové tkáně, které ekonomicky nepřispívají k

tržbě za dané zvíře a naopak snižují konformační skóre v systému SEUROP z hlediska tučnosti JUT (Gondeková et al. 2020).

6.7 Ekonomické ukazatele

Pro zhodnocení ekonomických ukazatelů výkrmu se vrátíme k práci Syrůčka et al. (2017), v níž se věnovaly ekonomické efektivitě zařízení pro výkrm skotu a ve které konstatovaly, že výkrm je v převážné většině zařízení ztrátovou činností. Pro dosažení bodu zvratu, t.j. bodu ve kterém se náklady na provoz a výkrm vyrovnají zisku z prodeje vykrmených zvířat by v roce 2014 musel být průměrný denní přírůstek ve výkrmu 1290 g/den a prodejní cena vykrmených zvířat 96,05 CZK/kg živé váhy. Takové parametry z hlediska průměrného denního přírůstku jsou sice v praxi reálně velmi obtížně dosažitelné, některé špičkové chovy masných plemen jich však dosahují. I ve výborných podmínkách chovu, který byl zkoumán v této práci se však denní přírůstek ve výkrmu býků ČESTR pohyboval jen na úrovni 1111 g/den. Jak však již bylo zmíněno v literárním přehledu této práce, mnohem větší problém z hlediska rentability je na straně tržní ceny, kterou chovatel za kg živé váhy zvířete umí získat. V podmínkách tohoto experimentu byla jatečná zvířata prodávána za tržní ceny na úrovni oscilující v průběhu let 2020 - 2023 mezi 47 – 59 CZK/kg živé váhy. Chovatel potvrdil to, co již konstatovali i Ducháček et al. (2022), že z důvodu fluktuace cen se rozhodoval v některých případech prodloužit délku výkrmu a počkat na lepší ceny na jatkách nebo naopak prodat zvířata která jinak ještě nedosahovala parametry k ukončení výkrmu dříve z důvodu příznivé ceny. I z tohoto důvodu je možné vidět relativně velký rozdíl v maximální a minimální hodnotě dosaženého věku od 512 do 729 dní. Navzdory tomuto se úroveň tržních cen pohybuje daleko od toho, co Syrůček et al. (2017) vyhodnotili jako rentabilní. Je tedy možné konstatovat, že bez započtení státních a evropských dotací nedokáže být zařízení na výkrm skotu rentabilní.

Důležité je také ještě zdůraznit význam kvalitní výživy respektující fyziologické potřeby zvířat a základy správné praxe v tomto ohledu tak jak to konstatuje moderní výživářská literatura (Manni et al. 2013; Bíro et al. 2019). Zní to sice jako samozřejmost, ale i dnes některé chovy stále ignorují jednoduché zásady správného zakládání a míchání objemových krmiv spolu s jadernými krmivy a koncentráty, což má za následek ekonomické ztráty, kterým lze jednoduše předcházet. Obzvláště ve výkrmech, kde jsou vykrmovaná

zvířata chována na jednom dvoře s dojnícemi je občasným jevem podávání nekvalitnějšího objemového krmiva právě vykrmovaným zvířatům na úkor podávání toho nejlepšího a nejkvalitnějšího krmiva dojnícím. Zde je třeba si uvědomit ekonomické aspekty jednotlivých chovů a to, jakou proporcí se podílí masná a mléčná užitkovost na tržbách a celkovém ekonomickém zdraví podniku. Je však na místě zopakovat, že parametry výkrmu jaké byly sledovány v této práci (průměrný přírůstek 1111 g/den, průměrná porážková hmotnost 717 kg při 610 dnech), jsou bez kvalitní, uniformní a vybalancované krmné dávky naprosto nedosažitelné. Toto konstatují i Savoia et al. (2019), kteří pozorovali, že ve všech nejlepších podnicích v jejich rozsáhlém sledování byla vykrmovaným zvířatům podávána celková smíšená krmná dávka (TMR - total mixed ration).

7. Závěr

Cílem této práce bylo doplnění stávajícího výzkumu o vlivech různých faktorů na růstovou schopnost býků českého strakatého plemene. Přestože ne ve všech sledovaných faktorech byly dosaženy statisticky signifikantní výsledky, nesnižuje to hodnotu provedeného výzkumu a vede to k lepšímu pochopení celkového vlivu různých faktorů na růst jedinců skotu. Je důležité si uvědomit, že analyzovaný vzorek byl relativně robustní, činil 737 býků. Z tohoto hlediska je i několik doporučení, která závěrem této práce mohou být formulovány.

Přestože zkoumané faktory jsou takové, které dokáže chovatel ovlivnit, v praxi je ovlivnění některých z nich nerealizovatelné. Nelze říci, že chovatel si může zvolit pořadí otelení, jalovice musí projít prvním otelením, aby mohla mít druhé a následně třetí a další tele. Je zde však možnost kvalifikovaného rozhodnutí, které na základě dostupného výzkumu může chovatel udělat a to například zda telata po výkonných kravách zařadí do výkrmu nebo naopak telata po prvotelkách prodá po odstavu. V tomto směru tato práce ukazuje, že tento faktor neměl vliv na růstovou schopnost a proto ani nemůže být takové doporučení pro praxi formulováno.

Také sezónu otelení si chovatel v mlékových chovech, ze kterých pochází většina zvířat kombinovaných plemen ve výkrmu zvolit nemůže. Nebylo by žádoucí pokoušet se sjednocovat a kompresovat sezónu otelení v mléčných chovech tak, jak se to správným managementem sezónnosti telení doporučuje v masných chovech. V mléčných chovech by takový management byl naopak nežádoucí. Produkce mléka je celoroční proces a vtěsnání telení do krátkého časového úseku by mělo za následek nevyrovnanou produkci mléka s vysokými výkyvy v doživosti. Také je možné rozhodnutí chovatele o zařazení resp. nezařazení telat narozených v měsících, které mohou být suboptimální pro následné růstové schopnosti do výkrmu nebo jejich prodeji po odstavu. Na základě pozorovaných výsledků, ale i výsledků z jiného dosavadního výzkumu lze však zhodnotit, že tento faktor u jiných než masných plemenech také není určující a slouží pouze jako dovysvětlující prvek kompletní skládačky růstových modelů skotu.

Jediným faktorem, ve kterém byly pozorovány statisticky signifikantní výsledky tedy zůstává vliv genotypu otce. Je to zároveň i ten, ve kterém má chovatel největší možnost svobody a ovlivnění prostřednictvím cílené genetické a plemenářské práce. Na základě prezentovaných výsledků lze hodnotit, že používání špičkových býků z hlediska hodnot

indexu FW se dokáže přímo přetavit i do zvýšené rentability výkrmu. Z výsledků lze extrapolovat, že za býky po špičkových otcích jako je například RAD 562 (747 kg průměrná hmotnost při 610 dnech), ve srovnání s býky po nejméně výkonném býku v testu BCH 126 (681 kg průměrná hmotnost při 610 dnech) by na základě tržních cen, které chovatel dostával během testu utržil o 3100 až 3900 Kč za každé zvíře více.

Je zřejmé, že v celé skládačce růstových modelů hraje kromě pozorovaných faktorů velkou roli i vliv chovatele, technologie výkrmu, ale i výživa. Důležité však je, že z hlediska všech předpokladů dobré praxe, vyjmenovaných v literárním přehledu, se i výkrm v podniku ve kterém byla vykonávána tato diplomová práce snaží tyto předpoklady naplňovat a uvádět do praxe. Mezi takové praktiky patří například správná a vyvážená výživa, automatizované přihrnování krmiva, udržování správného mikroklimatu, ventilace, vytváření skupin vrstevníků, štedrá prostorová alokace a tříprostorové rozložení stáje, dobrá praxe z hlediska zdravotního stavu (odčervení, vakcinace) a mnohé další. Jelikož právě vliv těchto faktorů byl v tomto výzkumu do značné míry eliminován, je možné konstatovat vysokou aplikovatelnost zjištěných informací o ostatních faktorech do praxe.

Také je však důležité si uvědomit limitace této práce, a to zejména s ohledem na provedené kompromisy kvůli neúplnosti některých dat, zejména použití konstantní váhy telat při narození a převodu hmotností JUT na živou váhu. Z tohoto hlediska je vhodný další výzkum pro rozsáhlejší otestování hypotéz stanovených touto diplomovou prací. Namísto sledování linií by bylo rovnou vhodnější sledování konkrétních otců a jejich plemenných hodnot na robustních, mnohočetných vzorcích synů. Rovněž by bylo možné výzkum rozšířit o vlivy dalších faktorů, jako např. sledování reziduálního příjmu krmiva a vyhodnocení efektivity příjmu a konverze krmiva. Takový výzkum by mohl využít moderní technologie, transpondéry pro monitoring vitálních funkcí a vytvořit srovnání s plemennými hodnotami jednotlivých zvířat. Mohl by tak vzniknout další kousek do skládačky efektivity výkrmu i ze zcela nového pohledu.

8. Literatura

Vědecké články a knihy:

- Bartoň L, Teslík V, Zahrádková R, Bureš D. 2003. Growth, feed efficiency and carcass characteristics of Czech Pied and Holstein bulls. *Czech Journal of Animal Science* **48(11)**: 459-465.
- Belasco EJ, Taylor MR, Goodwin BK, Schroeder TC. 2009. Probabilistic models of yield, price, and revenue risks for fed cattle production. *Journal of Agricultural and Applied Economics* **41(1)**: 91-105.
- Bíro D, Šimko M, Juráček M, Gálik B, Rolinec M. 2019. *Výživa zvierat*. 2 vydanie. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre vo Vydavateľstve SPU, Nitra.
- Bjelka M, Šubrt J, Polach P, Krestýnová M, Uttendorfský K, 2002. Carcass quality in crossbred bulls in relation to SEUROP system fading. *Czech Journal of Animal Science* **47(11)**: 467-475.
- Blanco M, Ripoll G, Delavaud C, Casasús I. 2020. Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. *Livestock Science* **240**: (104156) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104156>.
- Brito LF, Oliveira HR, Houlahan K, Fonseca PA, Lam S, Butty AM, Seymour DJ, Vargas G, Chud TCS, Silva FF, Baes CHF, Cánovas A, Miglior F, Schenkel FS. 2020. Genetic mechanisms underlying feed utilization and implementation of genomic selection for improved feed efficiency in dairy cattle. *Canadian journal of animal science* **100(4)**: 587-604.
- Bujko J, Candrák J, Strapák P, Žitný J, Hrnčár C, Koristek J. 2019. Evaluation the birth weight of calves in selected herds of Slovak spotted cattle. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* **52(1)**: 48-51.
- Bujko J, Candrák J, Žitný J, Hrnčár C, Koristek J, Zemanová J. 2020. Factors Influencing on Growth Traits in Selected Breeding Conditions of the Slovak Spotted Calves. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* **53(2)**: 65-69.
- Bureš D, Bartoň L. 2012. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science* **57(1)**: 34-43.

- Bureš D, Bartoň L. 2018. Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science* **214**: 231-237.
- Conanec A, Campo M, Richardson I, Ertbjerg P, Failla S, Panea B, Chavent M, Saracco J, Williams JL, Ellies-Oury M-P, Hocquette JF. 2021. Has breed any effect on beef sensory quality?. *Livestock Science* **250**: (104548) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104548>.
- Crowley JJ, McGee M, Kenny DA, Crews Jr DH, Evans RD, Berry DP. 2010. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance-tested beef bulls. *Journal of animal science* **88(3)**: 885-894.
- Cusack PMV, McMeniman NP, Lean IJ. 2007. Feedlot entry characteristics and climate: their relationship with cattle growth rate, bovine respiratory disease and mortality. *Australian veterinary journal* **85(8)**: 311-316.
- Čítek J, Košvanec K, Řehout V, Hajič F, Šoch M. 1997. Česká červinka – ohrožená genová rezerva. *Agriculture. Časopis pro polnohospodářské vědy* **43(3)**: 226-232.
- Dračková E, Filipčík R, Šubrt J. 2016. The Effect of Genotype (Purebred Czech Fleckvieh and Their Crosses) on Some Beef Quality Characteristics in Bulls. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **64(3)**: 769-773.
- Ducháček J, Codl R, Pytlík J, Gašparík M, Ptáček M, Stádník L, Vrhel M. 2022. Growth ability of Czech Fleckvieh bulls in modern cattle fattening stable. *Journal of Applied Animal Research* **50(1)**: 316-321.
- Fecteau ME. 2018. Paratuberculosis in cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* **34(1)**: 209-222.
- Filipčík R, Šubrt J, Vyroubal M. 2006. Biological characteristics that influence the SEUROP system classification for Czech fleckvieh and Holstein bull carcasses. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **54(2)**: 31-39.
- Filipčík R, Šubrt J, Bjelka M, Hošek M, Puklová P. 2008. Vliv kategorie skotu na jakostní parametry jatečně upraveného těla. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **56(5)**: 45-50.

- Filipčík R, Falta D, Kopec T, Chládek G, Večeřa M, Rečková Z. 2020. Environmental Factors and Genetic Parameters of Beef Traits in Fleckvieh Cattle Using Field and Station Testing. *Animals* **10(11)**: (2159) DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10112159>.
- Fořtová J, del Mar Campo M, Valenta J, Needham T, Řehák D, Lebedová N, Bartoň L, Klouček P, Bureš D. 2022. Preferences and acceptance of Czech and Spanish consumers regarding beef with varying intramuscular fat content. *Meat Science* **192**: (108912) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108912>.
- Gondeková M, Demo P, Salagová Z, Pavlík I, Huba J. 2020. Seurop beef and pig carcass classification in Slovakia: A review. *Slovak Journal of Animal Science* **53(01)**: 32-41.
- Greenwood PL. 2021. An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal* **15**: (100295) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100295>.
- Hanzelková, Š, Simeonovová J, Hamgoldapel D, Dufek A, Šubrt J. 2011. The effect of breed, sex and aging time on tenderness of beef meat. *Acta Veterinaria Brno* **80(2)**: 191-196.
- Hocquette JF, Chatellier V. 2011. Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Animal Frontiers* **1(2)**: 20-28.
- Hozáková K, Vavrišínová K, Neirurerová P, Bujko J. 2020. Growth of beef cattle as prediction for meat production: A review. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* **23(2)**: 58-69.
- Garip M, Akmaz A, Yilmaz A, Dere S, Caglayan T, Inal S, Inal F. 2010. Determination of optimum slaughter weight and profitability of Brown Swiss cattle in Turkey. *Journal of Food Agriculture & Environment* **8(3-4)**: 864-868.
- Goldberg V, Ravagnolo O. 2015. Description of the growth curve for Angus pasture-fed cows under extensive systems. *Journal of Animal Science* **93(9)**: 4285-4290.
- Chládek G, Žižlavský J. 2004. Comparison of meat performance of Montbeliarde and Czech Pied bulls fattened to live weight of 680 kg. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **52**: 107-114.

Ječmínková K, Rychtářová J, Kyselová J. 2016. Trendy ve šlechtění českého strakatého skotu a význam funkčních vlastností. Zpravodaj Svazu chovatelů a plemenné knihy českého strakatého skotu. 12-13.

Jeník D, Falta D, Navrátil S, Večeřa M, Polák O, Chládek G. 2020. Monitoring of vital activities in fattening bulls as an innovative element of feedlots. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* **16(2)**: 126-130.

Jeník D, Kopec T, Chládek G, Falta D. 2023. Growth dynamics of young fattened bulls measured by non-stress methods at the commercial feedlot. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* **19(1)**: 40-46.

Jonas D, Ducrocq V, Fritz S, Baur A, Sanchez MP, Croiseau P. 2017. Genomic evaluation of regional dairy cattle breeds in single-breed and multibreed contexts. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **134(1)**: 3-13.

Kayar T, İnal Ş. 2022. Comparison of slaughter and carcass characteristics of Limousin, Charolais, Angus, and Hereford beef cattle in Turkey. *Tropical Animal Health and Production* **54(6)**: (355) DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03349-7>.

Kebede D, Komlosi I. 2015. Evaluation of genetic parameters and growth traits of Hungarian Simmental cattle breed. *Livestock Research for Rural Development* **27(9)** (172) DOI: <http://www.lrrd.org/lrrd27/9/dami27172.html>.

Kenny DA, Fitzsimons C, Waters SM, McGee M. 2018. Invited review: Improving feed efficiency of beef cattle—the current state of the art and future challenges. *animal* **12(9)**: 1815-1826.

Kochetova OV, Kostarev SN, Tatarnikova NA, Sereda TG. 2021. Development of microclimate control system in cattle barns for cattle housing in the Perm region. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **839(3)**: (032030) DOI: [10.1088/1755-1315/839/3/032030](https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/3/032030).

Kopeček P, Foltýn I, Bjelka M. 2009. Modeling of slaughter cattle fattening profitability. *Agricultural Economics* **55(10)**: 481-491.

Kučerová J, Keclík R, Maršálek M, Frelich J. 2003. Evaluation of meat production of Czech pied bulls in fattening control stations with reference to relative breeding values of milk and meat production of sires. *Journal of Central European Agriculture* **4(2)**: DOI: <https://doi.org/10.5513/jcea.v4i2.165>.

Larson RL. 2005. Effect of cattle disease on carcass traits. *Journal of Animal Science* **83(13)**: 37-43.

Larson RL, Grotelueschen DM, Brooks KV, Hunsaker BD, Smith RA, Sprowls RW, MacGregor DS, Loneragan GH, Dargatz DA. 2004. Bovine viral diarrhea (BVD): Review for beef cattle veterinarians. *The Bovine Practitioner* **38(1)**: 93-102.

Látal O, Pozdíšek J, Veselý A, Kopeček P. 2022. Possibilities of optimizing the production and manure quality using the Z'fix activator in heifer breeding. *Výzkum v Chovu Skotu* **64(4)**: 18-24

Lebedová N, Bureš D, Needham T, Fořtová J, Řehák D, Bartoň L. 2022. Histological composition, physiochemical parameters, and organoleptic properties of three muscles from Fleckvieh bulls and heifers. *Meat Science* **188**: (108807) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108807>.

Lendelová J, Pogran Š, Balková, M. 2007 Vplyv riešenia strešnej konštrukcie na mikroklimu v ustajňovacích priestoroch pre dojnice. Pages 1-5 in: Střelcová K, Škvarenina J, Blažena M, editors: Bioclimatology and Natural Hazards, International scientific Conference, Poľana nad Detvou.

López-Paredes J, Pérez-Cabal MA, Jiménez-Montero JA, Alenda R. 2018. Influence of age at first calving in a continuous calving season on productive, functional, and economic performance in a Blonde d'Aquitaine beef population. *Journal of animal science* **96(10)**: 4015-4027.

Mader TL, Davis MS, Gaughan JB. 2007. Effect of sprinkling on feedlot microclimate and cattle behavior. *International Journal of Biometeorology* **51**: 541-551.

Manni K, Rinne M, Huhtanen P. 2013. Comparison of concentrate feeding strategies for growing dairy bulls. *Livestock Science* **152(1)**: 21-30.

Martin P, Ducrocq V, Faverdin P, Friggens NC. 2021. Invited review: Disentangling residual feed intake—Insights and approaches to make it more fit for purpose in the modern context. *Journal of Dairy Science* **104(6)**: 6329-6342.

Meier S, Arends D, Korkuč P, Kipp S, Segelke D, Filler G, Brockmann GA. 2021. Implementation of an economic lifetime net merit for the dual-purpose German Black Pied cattle breed. *Agriculture* **11(1)**: (41) DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11010041>.

Mikšík J, Šubrt J, Žižlavský J, Gotthardová J. 1996. Masná užitkovost vykrmovaných býčků plemene montbéliarde. *Živočišná výroba* **41(9)**: 381-385.

Montelli NLLL, Macitelli F, Da Silvabraga J, Da Costa MJRP. 2019. Economic impacts of space allowance per animal on beef cattle feedlot. *Semina: Ciências Agrárias* **40(6)**: 3665-3678.

Mota RR, Marques LF, Lopes PS, da Silva LP, Hidalgo AM, Leite CD, Torres RA. 2013. Random regression models in the evaluation of the growth curve of Simbrasil beef cattle. *Genetics and molecular research* **12(1)**: 528-536.

Novák V, Šařec P, Křížová K, Novák P, Látal O. 2021. Soil physical properties and crop status under cattle manure and Z'Fix in Haplic Chernozem. *Plant, Soil & Environment* **67(7)**: 390-398.

Pakari A, Ghani S. 2021. Comparison of different mechanical ventilation systems for dairy cow barns: CFD simulations and field measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* **186**: (106207) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106207>

Piskoríková M, Kaluža M. 2021. Monitoring endoparazitů u skotu ve vybraných chovech. Pages 26-41 in: *Ochrana zvířat a welfare – Sborník příspěvků*, 28. mezinárodní konference. Veterinární Univerzita Brno, Brno.

Poczynek M, Nogueira LDS, Carrari IF, Carneiro JH, Almeida RD. 2023. Associations of body condition score at calving, parity, and calving season on the performance of dairy cows and their offspring. *Animals* **13(4)**: (596) DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13040596>.

Procházka J. 1999. Je šlechtění na masnou užitkovost v rozporu?. *Plemenářský zpravodaj* **3(1)**: 11.

- Pryce JE, Wales WD, De Haas Y, Veerkamp RF, Hayes BJ. 2014. Genomic selection for feed efficiency in dairy cattle. *Animal* **8(1)**: 1-10.
- Pytloun P, Kučera J. 2002. Masná užitkovost českého strakatého plemene. *Náš chov* **62(10)**: 19-21.
- Romano E, Brambilla M, Cutini M, Giovinzano S, Lazzari A, Calcante A, Tangorra FM, Rossi P, Motta A, Bisaglia C, Bragaglio A. 2023. Increased Cattle Feeding Precision from Automatic Feeding Systems: Considerations on Technology Spread and Farm Level Perceived Advantages in Italy. *Animals* **13(21)**: (3382) DOI:<https://doi.org/10.3390/ani13213382>.
- Romanzin A, Degano L, Vicario D, Spanghero M. 2021. Feeding efficiency and behavior of young Simmental bulls selected for high growth capacity: Comparison of bulls with high vs. low residual feed intake. *Livestock Science* **249**: (104525) DOI: [10.1016/j.livsci.2021.104525](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104525).
- Ryu J, Lee, C. 2014. Genomic heritability of bovine growth using a mixed model. *Asian-Australasian journal of animal sciences* **27(11)**: 1521-1525.
- Savoia S, Brugiapaglia A, Pauciullo A, Di Stasio L, Schiavon S, Bittante G, Albera A. 2019. Characterisation of beef production systems and their effects on carcass and meat quality traits of Piemontese young bulls. *Meat science* **153**: 75-85.
- Schneider L, Volkmann N, Kemper N, Spindler B. 2020. Feeding behavior of fattening bulls fed six times per day using an automatic feeding system. *Frontiers in veterinary science* **7**: (43) DOI: [10.3389/fvets.2020.00043](https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00043).
- Syrůček J, Kvapilík J, Bartoň L, Vacek M, Stádník L. 2017. Economic efficiency of bull fattening operations in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **65(2)**: 527-536.
- Topcu Y, Uzundumlu A. 2009. Analysis of factors affecting on live weight gain cost in cattle fattening farms: The case of Erzurum Province. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **8**: 1169-1172.

Unterauer H, Brunner N, Kühleitner M. 2021. Modelling the growth of rearing cattle. Czech Journal of Animal Science **66(11)**: 441-449.

Vavrišinová K, Zimmermann V, Mlynek J, Juhás P, Haščík P. 2007. Calving analysis in cows of Charolais breed at selected farm. Journal of Central European Agriculture **8(2)**: 183-190.

Vostrý L, Jakubec V, Schlote W, Bjelka M, Bezdíček J, Majzlík I. 2008. Analysis of population and heterosis effects in crossbred cattle of Czech Fleckvieh and Beef Simmental parentage for growth traits. Archives Animal Breeding **51(3)**: 207-215.

Voříšková J, Maršálek M, Šlachta M, Zedníková J, Kobes M, Kynkalová P. 2010. Rearing beef cattle in submountainous and mountainous area of the Šumava region. Journal of Central European Agriculture **11(3)**: 359-371.

Vrchlabský J, Golda J, Ponižil A. 1988. Jatečná hodnota býků vykrmovaných do vyšší hmotnosti. Živočišna Výroba **33**: 515-520.

Wolfová M, Wolf J, Zahradková R, Příbyl J, Dano J, Kica J. 2004. Main sources of the economic efficiency of beef cattle production systems. Czech Journal of Animal Science **49(8)**: 357-372.

Internetové zdroje:

CRV. 2024. Nabídka býků. Available from: <https://nabidka.crv.cz/GZW.html> (Accessed 10.04.2024).

Český statistický úřad. 2024. Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok) Available from: <https://www.czso.cz/documents/10180/191095283/2701392301.pdf/ab6ca41f-0820-4736-954b-f6dd1ff69ecb?version=1.0> (Accessed 10.04.2024).

Kvapilík J. 2008. Ekonomické aspekty výkrmu býků – Metodická příručka. Výskumný ústav živočišné výroby. Available from: https://www.cschms.cz/DOC_DOTACE_formulare/148_Ekonomicke_aspekty_vykrmu_byku.pdf (Accessed 10.04.2024).

Ministerstvo zemědělství. 2004. Vyhláška č. 208/2004 Sb. o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. Available from: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-208> (Accessed 26.02.2024).

Slovenské biologické služby. 2021. Katalóg 2021, vysvetlivky. Available from: <https://www.sbsas.sk/fileadmin/content/novinky/katalog-2021-vysvetlivky.pdf> (Accessed 26.02.2024).

Svaz chovatelů českého strakatého skotu. 2024. O plemeni. Available from: <https://www.cestr.cz/cs/plemeno/o-plemeni> (Accessed 26.02.2024).

World Simmental Fleckvieh Federation. 2024. About WSFF. Available from: <https://wsff.info/about-wsff.htm> (Accessed 26.02.2024).

Zdroje obrázků:

Slovenské biologické služby. 2021. Katalóg 2021, vysvetlivky. Available from: <https://www.sbsas.sk/fileadmin/content/novinky/katalog-2021-vysvetlivky.pdf> (Accessed 26.02.2024).

Svaz chovatelů českého strakatého skotu. 2024. XV. Národní výsava v Raděšínské Svatce (fotogalerie). Available from: <https://www.cestr.cz/cs/fotogalerie/xv-narodni-vystava-v-radesinske-svatce> (Accessed 26.02.2024).

Výzkumní ústav živočišné výroby. 2024. Národní program – Česká červinka. Available from: <https://genetickezdroje.cz/narodni-program-uvod/skot/narodni-program-skot-ceska-cervinka/#> (Accessed 26.02.2024).

9. Seznam použitých zkratek

ČESTR – české strakaté plemeno

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

EZV – Ekologická zemědělská výroba

FW index – Fleischwert index (masný index)

GZW index – Gesamtzuchwert index (index celkové plemenné hodnoty)

JUT – jatečně upravené tělo

LSM – least square means (průměr nejmenších čtverců)

MW – Milchwert index (mlékový index)

RFI – residual feed intake (příjem reziduálního krmiva)

SD – standard deviation (směrodatná odchylka)

SE – standard error (střední chyba)

SR – Slovenská republika