

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv managementu kojení na užitkovost a jatečnou
hodnotu vykrmovaných králíků**

Diplomová práce

Bc. Jakub Vorel

Chov hospodářských zvířat

doc. Ing. Lukáš Zita, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci “Vliv managementu kojení na užítkovost a jatečnou hodnotu vykrmovaných králíků” 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 14.04.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D., Ing. Ondřeji Kruntovi a v neposlední řadě mé rodině, která mne během studií bezmezně podporovala.

Vliv managementu kojení na užítkovost a jatečnou hodnotu vykrmovaných králíků

Souhrn

Management kojení samic králíka domácího je ovlivněn řadou faktorů, mezi které se řadí například systém ustájení, věk chovných zvířat či jejich zdravotní kondice. Cílem diplomové práce bylo posoudit dva odlišné způsoby kojení ve vztahu k užítkovosti a jatečné hodnotě vykrmovaných králíků. Do pozorování bylo zařazeno 20 samic genotypu Hyplus (PS 19 x PS 40), které byly rozděleny do dvou skupin po 10 samicích, přičemž jedné skupině byl umožněn neomezený přístup k mláďatům během celého dne a druhé skupině pouze na dobu kojení mláďat v režimu řízeného kojení. Z každého vrhu byli při odstavu v 35. dnu věku náhodně vybráni 2 samci a 2 samice, kteří byli následně vykrmováni. Výkrm králíků byl ukončen v 77 dnech věku. Na základě sledování byla zjištěna prokazatelně vyšší živá hmotnost mláďat ve 35 dnech věku. U řízeného systému kojení v porovnání s adlibitním systémem kojení (982 vs. 856). Dále byla zjištěna nesignifikantně vyšší živá hmotnost na konci výkrmu v 77 dnech věku u králíků s řízeným managementem kojení (2675 vs. 2628 g). Byla zjištěna průkazně vyšší ztráta odkapem u řízeného kojení (6,09 %) a u adlibitního (5,60 %). Podíl jater z jatečně opracovaného těla za studena (JOTs) byl signifikantně vyšší u skupiny s adlibitním systémem kojení (6,02 %), zatímco u skupiny s řízeným systémem kojení byla hodnota nižší (5,22 %). Statisticky vyšší červenost byla zjištěna u svaloviny hřbetu 20 minut po porážce. U skupiny s řízeným systémem kojení (2,240), zatímco u adlibitního systému chovu byla -0,156. Parametr elektrické vodivosti (EV) byl signifikantně vyšší u skupiny s adlibitním systémem kojení (1,681) oproti skupině s řízeným managementem kojení (1,523). Dalším ze signifikantních parametrů byla hodnota žlutosti svaloviny zadního stehna 24 hodin po porážce, která byla vyšší u králíků z adlibitního systému kojení (10,096 vs. 8,245). Hypotéza, že budou králíci z řízeného systému kojení vykazovat lepších sledovaných parametrů, se nepotvrdila.

Klíčová slova: řízené kojení, jatečná hodnota, výkrm, spotřeba krmiva, králík

The effect of management of suckling events on performance and carcass yield in growing rabbits

Summary

The management of lactation in domestic rabbits is influenced by a number of factors, including housing system, age of the breeding animals and their health status. The aim of this thesis was to assess two different methods of breastfeeding in relation to performance and carcass value of fattened rabbits. A total of 20 female rabbits of the Hyplus genotype (PS 19 x PS 40) were included in the observation and divided into two groups of 10 females each, one group was allowed unrestricted access to the young during nursing and the other group was subjected to controlled management of nursing. From each litter, 2 males and 2 females were randomly selected at rearing at 35 days of age and subsequently fattening. Fattening of rabbits was terminated at 77 days of age. Significantly higher live weight of the sucklings at 35 days of age was found. In controlled management in comparison with unrestricted system (982 vs. 856 g). In next were further detected a non-significantly higher live weight at the end of feeding at 77 days of age, when rabbits from the controlled management group had a higher mean weight (2675 vs. 2628 g). There was a significantly higher dropout loss of in the managed group (6.09 %) and in the ad libitum group (5.60 %). The proportion of cold carcass liver was significantly higher in the ad libitum group (6.02%) while the value was lower in the controlled group (5.22%). Significantly higher for redness of back muscle 20 minutes after slaughter was found in controlled system (2.240), while in ad libitum system was -0.156. The electric conductivity (EV) parameter was significantly higher in the ad libitum system group (1.681) compared to the controlled group (1.523). Another significant parameter was the hind leg muscle yellowness value 24 hours after slaughter, which was higher in rabbits from ad libitum system (10.096 vs. 8.245). The hypothesis, that rabbits from the controlled lactation system would show better performance in the parameters studied was not confirmed.

Keywords: controlled nursing, slaughter value, fattening, feed consumption, rabbit

Obsah

1. Úvod	10
2. Vědecká hypotéza a cíle práce	11
3. Literární rešerše	12
3.1. Samičí reprodukční soustava	12
3.2. Reprodukční cyklus	13
3.3. Umělá inseminace králíků	15
3.3. Oplození a gravidita.....	17
3.3.1. Oplození	17
3.3.2. Porod	18
3.4. Odchov mlád'at.....	19
3.4.1. Odchov mlád'at ve volné přírodě.....	19
3.4.2. Odchov mlád'at v drobnochovech a na farmách	20
3.5. Kojení a laktace.....	22
3.5.1. Mateřské mléko.....	22
3.5.2. Cirkadiální rytmus.....	23
3.5.3. Řízené kojení	24
3.6. Výživa samic	24
4. Metodika	26
4.1. Charakteristika sledování.....	26
4.2. Sledované parametry	27
4.3. Statistické vyhodnocení.....	27
5. Výsledky.....	29
6. Diskuze	33
7. Závěr	36
8. Literatura	37

1. Úvod

Z důvodu stálého navyšování lidské populace a aktuálním dobovým trendům, kdy je kladen důraz na životní prostředí a udržitelné zemědělství, je vývoj takřka všech zemědělských odvětví stále podrobován neustálým změnám a modernizacím. Ty jsou aplikovány nejen na základě aktuálních trendů široké veřejnosti a konečných spotřebitelů, ale také na základě nových poznání a výzkumů, které napomáhají zvyšovat efektivitu zemědělské činnosti, přičemž se také snaží o udržení či zlepšení welfare a pohody zvířat. Velkým trendem je důraz na individuální požadavky jednotlivých zvířat či jejich kategorií. Očekávaným výsledkem je zlepšení jak produkčních, tak reprodukčních vlastností. V neposlední řadě spolu s přihlédnutím na welfare neboli životní pohody zvířat.

Tyto trendy ovlivňují také praxi faremního chovu králíků. Králík domácí je hojně využívaným zvířetem a to nejen pro produkci králíčího masa, které je svým složením vhodné do řady diet a je považováno za jedno z nejkvalitnějších běžně dostupných druhů masa. Využití nacházíme také v laboratorním odvětví, v němž je králík domácí hojně využívaným zvířetem.

Z těchto, ale i jiných důvodů, je důležité volit moderní metody a postupy, které umožní zvýšit produktivitu jednotlivých farem a podniků. Jednou z takových metod může být management kontrolovaného kojení, který vychází z přirozeného chování králíka domácího. To spočívá, na rozdíl od jiných druhů hospodářsky chovaných zvířat, ve výrazně omezeném počtu kojení, které navíc vykazuje známky cirkadiálních rytmů. Výzkum a pochopení těchto procesů může příznivě ovlivnit celkovou pohodu samic a to nejen z hlediska přiblížení se přirozeným procesům chování, ale také v rámci udržení optimální reprodukční kondice. Na řadě produkčních farem vykazujících vysokou intenzitu chovu je právě udržení optimální kondice samic častým problémem. To je dáno především vysokým počtem mláďat ve vrhu a vysokou frekvencí porodů za rok, kdy jsou samice znovu inseminovány již ve velmi krátkém časovém horizontu po porodu. Z výše uvedených důvodů je kontrolované kojení jedním z možných řešení těchto problémů, jež umožňuje pružně reagovat na fyziologické požadavky samic a snižovat tak nároky na produkci mateřského mléka.

Z hlediska produkčních vlastností odchovávaných mláďat lze považovat kontrolované kojení za jistou restrikcí v příjmu potravy v první fázi odchovu. To, jak se již ukázalo i u jiných hospodářsky chovaných zvířat, může mít za použití správné techniky a technologie významný vliv z hlediska růstových schopností. Stejný efekt lze předpokládat i v rámci odchovu mláďat králíka domácího. Lze předpokládat také vyšší zájem samic o mláďata, která je zajištěna právě omezeným přístupem samic k mláďatům a neukojení jejich mateřských pudů a potřeb. Další z výhod kontrolovaného kojení lze sledovat v lepší kontrole hnízdních budek a jednotlivých mláďat z vrhu. Za předpokladu neomezeného přístupu samic do hnízdních budek nelze zcela efektivně kontrolovat průběžný stav jednotlivých mláďat.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Králíčata ze systému, ve kterém bude aplikováno řízené kojení, budou vykazovat lepší sledované parametry, než králíčata s neomezeným kojením.

Cílem této diplomové práce bude posoudit vliv managementu kojení mláďat samicemi na růstové schopnosti králíčat a jejich následnou užitkovost a jatečnou hodnotu po odstavu.

3. Literární rešerše

Vzhledem k významnému nárůstu a zvýšení efektivity chovu králíka domácího došlo postupem času k narušení přirozeného chování samic králíka domácího. Tyto změny přirozených návyků mohou mít za následek zhoršenou kvalitu reprodukčních, ale i produkčních vlastností (Munari et al. 2020).

Pro správné pochopení principu a metodiky chovu a odchovu králíka domácího je důležité znát základní zootechnické znalosti o chovu a reprodukci (García & Argente 2020).

3.1. Samičí reprodukční soustava

Samičí reprodukční soustavu lze rozdělit na část vnitřní (vaječník, vejcovod, děloha, pochva) a část vnější (poševní předsíň, poštváček, vulva). Funkcí samičí reprodukční soustavy je schopnost vytvářet oplození schopné samičí buňky (oocyty) a vytvořit vhodné prostředí pro vývoj plodu (Frandsen et al. 2011).

Vaječníky jsou párovým orgánem fazolovitého tvaru (Reece & Rowe 2017). Jones et al. (1992) upřesňují, že hmotnost vaječníku je přibližně 25 g s délkou přibližně 1,5 cm a šířky přibližně 3 milimetrů. Z hlediska anatomie je levý vaječník umístěn pod levou ledvinou, zatímco uložení pravého vaječníku je u 4. bederního obratle. Každý z vaječnicků se skládá ze 4 vrstev. Vnější vrstva je tvořena epitelem, pod kterým je vrstva z kolagenních vláken nazývaná také *tunica albuginea*. Pod ní následuje vrstva korová, v níž jsou tvořeny folikuly. Vnitřní část vaječnicků je tvořena dřevnou vrstvou, která se skládá z řídkého vazivového pojiva (Reece & Rowe 2017). Inervaci a prokrvení zajišťují cévy a nervy, které do vaječnicků vstupují vaječnickovou bránou. Folikuly se nachází na vaječnickových váčcích ve vazivové části kůry vaječníku (Frandsen et al. 2011). Folikuly obsahují oocyt, samičí pohlavní buňku (Richards & Pangas, 2010). Dle typu a stupně vývoje se rozlišují 4 základní typy folikulů a to sice primární, sekundární, terciární a Graafův folikul (Fortune 2003). Primární folikuly vznikají v těle matky již během gravidity, během vývoje je redukován počet chromozomů na polovinu, jedná se tedy o buňky s haploidní sadou. Následný přechod do stádia sekundárních folikulů začíná spolu s prvním estrálním cyklem, kdy dochází ke zvětšení folikulární buňky (Frandsen et al. 2011). Pomocí mitotického dělení dochází u sekundárních folikulů k dalšímu růstu a vytváří se vrstvy nové, ta se nazývá *zona pelucida* (Richards & Pangas 2010). Posledním stádiem folikulu je takzvaný Graafův folikul, u kterého již lze pozorovat viditelnou dutinu a na jeho povrchu obal složený z vnitřní a vnější obalové vrstvy (Frandsen et al. 2011). Graafův folikul se během ovulace vyplavuje do vejcovodu (Easson 2001).

Vejcovod je párová svalová trubice (Chambers et al. 2014). Její hlavní funkcí je zachycení a následný posun oocytů pomocí fimbrií směrem do dělohy (Frandsen et al. 2011). Vejcovod lze rozdělit na 3 základní části, konkrétně na přední, střední a zadní část, kdy v přední části začíná vejcovod nálevkovitým rozšířením, ve střední části je vejcovod zprohýbán a zadní část následně ústí do jednoho ze dvou děložních rohů. (Pedrero-Badillo et al. 2013). K samotnému oplození dochází zpravidla v horní třetině vejcovodu, kde zároveň dochází k

dozrání vaječných buněk (König & Liebich 2006). Pokud došlo k oplození vajíčka, dochází následně k jeho uhnízdění (nidaci) v děloze (Waterman 1943).

Funkcí dělohy je produkce hormonů a zajištění vhodných podmínek pro vývoj plodu během gravidity (Gasner & Aatsha 2020). Na rozdíl od jiných hospodářských zvířat má samice králíka domácího dva samostatné děložní rohy (Lopez-Tello et al. 2019), přičemž každý z rohů je dlouhý 10 až 20 cm (Soliman & El-Sabrou 2020). Struktura děložních rohů je tvořena silnou svalovinou, kdy se rozlišují tři základní struktury a to sice *endometrium*, *myometrium* a *perimetrium* (Gasner & Aatsha 2020). Každý z děložních rohů je zavěšen v hřbetní části břišní dutiny. Každé z děložních ramen ústí vlastním otvorem přímo do pochvy (Vella & Donnelly 2012).

K páření dochází během spojení pyje samce, který proniká do pochvy samice (Reece & Rowe 2017). Ta je vystlaná vícevrstevným dlaždicovým epitelem, který neobsahuje žádné sekreční žlázy (Frandsen et al. 2011). Délka vulvy je u samic králíka domácího variabilní, v závislosti na plemenu. Obecnou hodnotou je však délka mezi 7 až 8 centimetry a šířka 0,5 až 1 centimetr (Kigata & Shibata 2020). Pochva pokračuje směrem ven společným vyústěním jak pro pohlavní, tak pro močovou soustavu. Toto vyústění je zakončeno štěrbinou, která se nachází mezi pysky, kde se sbíhá v řasu.

3.2. Reprodukční cyklus

T Reprodukční cyklus samic králíka domácího zahrnuje stimulaci a růst folikulů a jejich následnou ovulaci, která v případě oplození oocytů pokračuje graviditou (Maertens & Coudert 2006). U samic králíka domácího není cyklus pravidelný, ale projevy říje trvají po dobu 4 až 10 dnů (Geyer et al. 2016). Jedná se o část estrálního cyklu, kdy je samice nejochotnější přijmout samce a kdy je v důsledku dozrávajících folikulů velmi vysoká fyziologická hladina samičích estrogenů (Frandsen et al. 2011). Po dozrání Graafových folikulů dochází k jejich prasknutí. Následně jsou takto uvolněné folikuly vyplaveny do nálevky vejcovodu (Reece & Rowe 2017). Jelikož je u samice králíka domácího pozorována opakovaná říje v rámci celého kalendářního roku, řadíme je mezi zvířata polyestrická (Hamilton 1951). Říji u samic lze vypořadovat na základě jejich pozorování, kdy je možné sledovat změny jak změny v chování, ale také změnu některých fyziologických procesů (Rödel 2022). Mezi viditelné projevy říje patří například fyziologické a morfologické změny na vnějších pohlavních orgánech (Reece & Rowe 2017). Jedná se o technologicky nejméně náročnou metodu zjištění a posouzení probíhající říje u samic, kdy lze pozorovat například změnu zbarvení pochvy a její zbytnění a nadměrnou míru prokrvení (Ajayi et al. 2020). Říjový cyklus trvá u králíka domácího 16 až 18 dní, kdy mezi 12. až 14. dnem cyklu je samice vnímavá k přijetí samce (García 2018).

Podobně jako i u jiných druhů hospodářských zvířat se vyskytují poruchy říje. Častou příčinou vzniku poruch reprodukce bývá špatný výživný stav samic (Cardinali et al. 2008). Obecně je známo, že nadměrné podávání vysoce energetických krmiv či krmiv s vyšším obsahem tuku může mít velmi negativní vliv na celkovou kondici, která může v konečném

důsledku vést k poruchám produkčních a reprodukčních vlastností (Del Barrio et al. 2021). Opakem je pak záporná energetická bilance, při které je naopak krmná dávka nedostatečná a dochází k celkovému snížení kondice zvířete. Tento jev je typický v praxi farem s intenzivní produkcí (Feugier et al. 2006). Tento fakt popisují také Cardinali et al. (2008), kteří udávají výrazný úbytek tukové tkáně a častější výskyt poruch reprodukce v závislosti na častém připouštění samic v rámci faremních chovů. Další z možných poruch je takzvaná tichá nebo klidná říje, která se může projevit například následkem snížené fotoperiody (Bracconier et al. 2020). Tento jev je, jak dále autoři uvádějí do značné míry ovlivněný délkou světelného dne a intenzitou světla, spolu plemennou příslušností, která, jak studie ukazují, je také považována za významný faktor ovlivňující kvalitu říje.

Dle Reeda et al. (2016) lze reprodukční cyklus a říji pozitivně ovlivnit správným složením krmné dávky. Ta by měla obsahovat vyváženou hladinu bílkovin a vitamínů s důrazem na optimální obsah minerálních látek.

Samice králíka domácího má na rozdíl od většiny hospodářských zvířat takzvanou provokovanou ovulaci (Reece & Rowe 2017). Z fyziologického hlediska je ovulace silně stimulována neurohumorálním reflexem, kterým je u králíka domácího koitus (Soliman & El-Sabrouh 2020). Koitus pravděpodobně vyvolává u samice silnou vlnu luteinizačního hormonu, která vede k ovulaci (Reece & Rowe 2017). Výjimku tvoří umělá inseminace, při níž se ovulace navozuje uměle pomocí hormonů uvolňujících gonadotropin uvolňující hormon (gonadotropin releasing hormon, GnRH) (Gogol et al. 2014). Během ovulace dochází k ruptuře Graafova folikulu a k jeho následnému vyplavení do nálevky vejcovodu (Frandsen et al. 2011). Zpravidla dochází k vyplavení většího počtu folikulů najednou a to z obou párových vaječníků (Easson 2001). Není popsána metodika výběru folikulů, u kterých dojde k následnému růstu a ovulaci, s vysokou pravděpodobností se jedná o náhodně zprostředkovaná výběr (Reece & Rowe 2017).

Stále častěji se v důsledku zvyšování lidské populace a postupnému zvyšování ekonomické vyspělosti i dříve chudších oblastí zvyšuje celosvětová spotřeba masa obecně, využívá se historických ale i moderních postupů a metod, které umožňují vyšší efektivitu reprodukčních a produkčních vlastností (Szendrő et al. 2012). U králíka domácího je znám velmi vysoký reprodukční potenciál, který umožňuje samicím krátce po porodu znovu zabřeznout, technicky je tedy možné od jedné samice získat až 11 vrhů (Awojovi et al. 2011). Moderních technologií zavádí technika umělé inseminace a s tím spojené umělé vyvolání ovulace (Szendrő et al. 2012). Absence uměle vyvolané ovulace velmi snižuje procento úspěšně zabřezlých samic. (Constantini 1989). Její vyvolání zpravidla spočívá v podání hormonu či jeho analogu (Gogol et al. 2014). Jako vhodný se ukázal gonadotropin uvolňující hormon (gonadotropin releasing hormon, GnRH) nebo jeho analog busserelin. V obou případech se jedná o intramuskulární aplikaci (Foote & Carnewey 2000). Aplikace se provádí před inseminací nebo v době inseminace, jako vhodnější se dle Mocé & Vicente (2009) projevila aplikace několik hodin před inseminací. Po aplikaci hormonu dochází k ovulaci zpravidla během 10 až 12 hodin (Foote & Carnewey 2000).

3.3. Umělá inseminace králíků

Zavedením umělé inseminace došlo postupně k celosvětovému zlepšení výsledků reprodukce takřka u většiny hospodářských zvířat. Velký úspěch byl zaznamenán i při záchraně ohrožených druhů zvířat (Foote 2002). Umělá inseminace se stala výhradní celosvětovou metodou řízené reprodukce a to především v intenzivních chovech (Munari et al. 2020), ve kterých je využíváno, jak uvádějí Szendrö et al. (2012), výhodou možnosti vysokého počtu inseminací za velmi krátký časový interval.

Procesu inseminace předchází odebrání a zpracování spermatu (Di Iorio et al. 2019). Na odběr spermatu jsou obecně samci trénováni již od nízkého věku (Bredder et al. 1964). Kdy jak upřesňuje Onuoha (2020) je sperma odebíráno od 32. týdne věku samců. Sperma je odebíráno 3 až 4krát týdně a to jednou nebo i dvakrát denně (Williams 1990). Jak uvádějí Desjandris et al. (1968), takto častým odběrem je pozitivně ovlivněna výsledná kvalita spermatu, nadměrnějším využíváním však může naopak dojít ke snížení kvality ejakulátu. Theau-Clément et al. (2015) uvádějí jako obecný rozsah objemu samčího ejakulátu 150 až 300 milionu spermií, v závislosti na ročním období a věku samců. Pro odběr spermatu je standardně využíváno umělé vagíny (Carluccio et al. 2010). Ta byla dříve vyráběna například z PVC trubek a kondomů, jejich účinnost však nebyla uspokojivá (Naughton et al. 2003). Modernější typy umělých vagín jsou sestaveny z plastové trubky, latexového pláště s komorou, do které je před odběrem aplikována voda o teplotě přibližně 50 °C, což má za výsledek temperaci umělé vagíny na přibližně 40 °C (Carluccio et al. 2010). Jak upřesňují Naughton et al. (2003), modernější typy umělých vagín bývají vybaveny skleněnou ampulí, která se ukázala pro odběr vhodnější než jiné typy. Samotný odběr začíná přiložením temperované umělé vagíny otevřeným koncem směrem k pohlavním orgánům samce, následně díky stimulaci samce dochází k ejakulaci spermatu (Naughton et al. 2003). Objem odebraného ejakulátu je velmi variabilní, běžně je však odebíráno mezi 0,5 až 2 ml ejakulátu (Zapletal et al. 2021). Po odběru je provedena analýza spermatu, při které jsou posuzovány kvalitativní a kvantitativní prvky (Caruccio et al. 2010) jako například motilita, koncentrace, životaschopnost (Williams et al. 1990). Následně je sperma dále zpracováváno dle jeho dalšího použití (Carluccio et al. 2010).

První historické pokusy o kryokonzervaci spermatu, jak uvádějí Mocé & Vicente (2009), jsou datovány k roku 1942. Tyto snahy však nevykazovaly dobrých výsledků. První výrazný posun nastal v roce 1949, kdy byla prokázána schopnost konzervace spermatu za použití roztoku glycerolu (Smith & Polge 1950). Následnými výzkumy došlo k výraznému posunu především ve vztahu k přežitelnosti spermií, jejich oplozovací schopností a k vytvoření řady ředících a konzervačních směsí (Mocé & Vicente 2009).

V intenzivních chovech se k inseminaci často využívá čerstvé sperma (Carluccio et al. 2010). To, jak upřesňují Soliman & El-Sabrou (2020), může být použito do 6 až 12 hodin po odebrání a naředění. Za vhodná ředidla jsou považována ředidla typu Tris-citric acid-glucose (TGC) od různých výrobců nebo jak doplňují Eo et al. (2019), ředidla typu Tris-citric acid-

glucose-egg yolk (TCGE). Vhodný ředící poměr u čerstvého spermatu je 1:10 (Di Iorio et al. 2019).

Další možností zpracování králíčího spermatu je chlazení (Castro et al. 1999). To může být použito při dodržení vhodných technologických postupů až po dobu 76 hodin (Soliman & El-Sabrouh 2010). To je způsobeno zředěním a zchlazením, při nichž je teplota uchovávaného spermatu zhruba 5 °C (Di Iorio et al. 2014). Snížení teploty během chlazení spermatu by nemělo být dle Maeda et al. (2016) vyšší než 0,4 °C za hodinu. Protože, jak dále konstatují, vyšší rychlost snižuje přežitelnost spermií při následném rozmrazování. Nielsen et al. (2020) doplňují, že obecný poměr ředění spermatu je 1:5 až 1:15. Tento poměr upravují Zapletal et al. (2021), kteří uvádějí maximální poměr ředění spermií 1:10, případně minimální koncentraci 55 milionu spermií na cm³, při kterém nepozoroval sníženou plodnost testovaných samic.

Mražené sperma je využíváno velmi málo a to především pro jeho velmi nízkou oplozovací schopnost (Chen et al. 1989). Důvodem pro to může být specifická povaha králíčího spermatu (Rosato & Iaffaldano 2019) jako například vysoká citlivost na glycerol, který je pro mražení spermatu často používán (Eo et al. 2019). Jak uvádějí Soliman & El-Sabrouh (2020), byla již vyvinuta ředidla, která zajišťují dostatečnou míru oplozovací schopnosti králíčích spermií. I přes technologický pokrok je v praxi velmi málo využíváné a to kvůli vyšší technologické náročnosti ve srovnání s chlazeným nebo čerstvým spermatem (Mocé & Vicente 2009).

Obecnou funkcí ředidel králíčího spermatu se řadí prodloužení oplozovací schopnosti spermií (Roca et al. 2000) a zvýšení počtu inseminačních dávek (Carluccio et al. 2010). Jejich složení se odvíjí od specifických nároků králíčího spermatu, mezi které je řazena vyšší sensitiva vůči glycerolu a vyšší citlivost na hypertonické roztoky (El-Sherbie et al. 2012). Obecně jsou proto využívána ředidla na bázi Tris v kombinaci s kyselinou citrónovou a cukernou složkou, která je zastoupena glukózou nebo fruktózou (Mocé & Vicente 2009). Jako další složka ředidel je uváděn vaječný žloutek (Eo et al. 2019), který zlepšuje vlastnosti membrány spermatu a to především při jeho chlazení (Mocé & Vicente 2009). Stejný účinek, jak dále upřesňují, je pozorován i u odstředěného mléka. Kryoprotektivní složka ředidel je tvořena glycerolem v nízkých koncentracích, acetamidem (Okuda et al., 2007) nebo dimethylsulfoxidu (DMSO) (Mocé & Vicente 2009). V pokusu, který uskutečnili Roca et al. (2000), dokázali vylepšit výsledky za použití glukózy jako cukerné složky ředidla. Jak dále uvádějí, je obecně vhodnější jsou ředidla s obsahem dimethylsulfoxidu (DMSO) a vaječného žloutku. Doplnkovou terapií může být dotace vitamínů a minerálních látek a to především vitamínu E a selenu. Vzhledem k vysokému stupni variability králíčího spermatu v rámci plemen a jedinců však nelze určit nejvhodnější typ ředící látky.

Umělou inseminaci realizuje proškolený technik (Soliman & Sabrouh 2020). Sperma je zaváděno pomocí inseminační aparatury, která se skládá z inseminační pipety o rozměru 15 až 20 cm a šířce 4 až 5 mm (Foote & Carney 2000). Sperma o objemu 0,5 ml je zaváděno 10 až

15 cm do samičí pochvy (Soliman & El-Sabour 2020). Foote & Carney (2000) upřesňují, že je sperma aplikováno do oblasti děložního čípku.

Vzhledem k neuro-humorálnímu řízení ovulace, které je již popsáno výše, je nedílnou součástí techniky umělé inseminace u králíka domácího také hormonální příprava samice (Gogol et al. 2014). Proto, jak zmiňuje Costantini (1989), nastává při absenci hormonální přípravy samic výrazné snížení počtu zabřeznutých samic. Hormonální příprava spočívá v umělé indukci ovulace (Quintela et al. 2004). V praxi intenzivních chovů je k tomu často využíván GnRH a to v přirozené nebo syntetické podobě (Gogol et al. 2014). Quintela et al. (2004) dále uvádějí i jako málo rozšířenou metodu, při které je ovulace indukována koitem s vasektovanými samci. Jak ale dále upřesňují, tato metoda je v praxi velmi málo rozšířena. Foote & Carnewey (2000) potvrzují použití GnRH pro indukci ovulace, přičemž doporučují aplikaci 100 mg přirozeného GnRH, nebo 1,2 mg syntetického GnRH – buserilinu. Obě varianty jsou aplikovány intramuskulárně. Jak uvádějí Quintela et al. (2004), možná je také aplikace buserilinu spolu s inseminační dávkou. Je však nutné použít několikanásobně vyšší dávky než při intramuskulárním podání.

V praxi intenzivních chovů je často inseminace prováděna již 11. den po porodu (Munari et al. 2020), kdy je v důsledku slabší poporodní ovulace, jak uvádějí Rebollar et al. (2006), často pro její podporu využívána metoda synchronizované říje. Ta je prováděna často pomocí hormonu koňského choriového gonadotropinu (equine chorionic gonadotropin, eCG) nebo sérum březích klisen (pregnan mare serum gonadotropin, PMSG), kdy, jak Daader et al. (2016) dále konstatují, může vlivem opakované aplikace hormonů dojít k jejich nižší účinnosti vzhledem k počtu zabřeznutých samic a narozených mláďat, kdy, jak konstatují, mohou být limitní již čtyři aplikace. Proto je v některých chovech využíváno některých biostimulačních metod, které jsou pro králíky přirozenější a nejsou zpravidla vysoce ekonomicky nákladné (Lorenzo et al. 2016). Jednou z popisovaných metod je biostimulace přítomností samce, ta se však při krátkodobé stimulaci projevila jako málo úspěšná (EL-Azzazi et al. 2017). Další z popisovaných biostimulačních metod je metoda krátkodobého odloučení samice od mláďat, které trvá zpravidla v rámci 1 až 2 dnů (Daader et al. 2016). Během této formy biostimulace, bylo pozorováno 20% zvýšení oplozenosti oproti kontrolní skupině samic.

3.3. Oplození a gravidita

3.3.1. Oplození

Oplození je splynutí samčí a samičí pohlavní buňky v jednu buňku, která je označována jako zygota (Okabe 2018). Ke splynutí buněk dochází v horní třetině vejcovodu (Easson 2001). Splývá vždy ovulovaný oocyt, jenž byl vyplaven do nálevky vejcovodu (Frandsen et al. 2011) spolu se spermií, která má již v důsledku zhruba 6hodinové kapacitace oplozovací schopnost a je plně zralá (Dziuk 1965). Splynutí pohlavních buněk předchází penetrace samičího oocyту spermií, což zapříčiní reakci *zony pellucidy* (Okabe 2018). Ta se

uzavře a zabraňuje vstupu dalších spermií (Frandsen et al. 2011). Výsledným produktem splnutí těchto buněk je zygota, která se následně mitoticky dělí a dává vzniknout plodu (Frandsen et al. 2011).

Vzhledem k anatomickým odlišnostem, které jsou u samice králíka domácího, je možné setkat se s dvojitým oplozením - superfetací (Zerani et al. 2021). Jedná se o méně častý jev, při kterém dojde k nidaci embryí pouze do jednoho z děložních rohů a následnému opětovnému oplození do druhého děložního rohu (Roeling et al. 2010). Z hlediska efektivity chovu a z hlediska etiky však není tento způsob v praxi využíván. Dalším z důvodů je velmi nízká úspěšnost odchovu mláďat z tohoto systému připouštění (Hildebrandt et al. 2009). Z fyziologického hlediska je tento jev poměrně zřídka. Pokud má u samice dojít k druhému oplození, musí dojít k opětovné ovulaci (Roeling et al. 2010), přičemž u již gravidní samice je žlutým tělískem produkován hormon progesteron (Zerani et al. 2021).

Procesu odchovu předchází období porodu. Jedná se o ukončení gravidity, které u samic králíka domácího nastává v závislosti na velikosti vrhu a plemenu kolem 30. až 32. dne gravidity (Coombs et al. 2020). Wilson & Dudley (1952) upřesňují, že existuje vztah velikosti vrhu na výsledné délce gravidity. U více početných vrhů trvá gravidita kratší dobu než u vrhů méně početných. Obecně je však gravidita ukončena mezi 30. až 31. dnem (Pařka et al. 2017).

3.3.2. Porod

Porod se rozděluje do několika fází a je ukončen v ideálním případě vypuzením všech plodů z dělohy a porodních cest (Grizzle 2011). Vzhledem k tomu, že se u králíka nachází placenta hemochorického typu, je vypuzována během porodu spolu s plodem (Lopez-Tello et al. 2019). V důsledku toho, jak popisují Mota-Rojas et al (2020) samice podobně jako i jiná hospodářská zvířata krátce po porodu požívá zbytky plodových obalů, pupeční šňůry a placenty. Porod bývá zpravidla bez komplikací, jeho délka, jak uvádějí Caba & González-Mariscal (2009), trvá asi 10 minut. Délka porodu však vyznačuje jistou variabilitu k parametrům výživy, danému plemenu, velikostí samice a i četností plodů (Bautista et al. 2008).

Porod nastává zpravidla v období snížené denní aktivity, v případě králíka dochází k porodu často během dne. Krátce po porodu jsou mláďata velmi aktivní a intenzivně se snaží přijmout kolostrální mateřské mléko. Po skončení porodu samice zpravidla odstraní zbytky plodových obalů, které vylučuje během porodu spolu s plody. Následně pak hnízdo zakrývá a opouští (Bautista et al. 2008). Jak upřesňují Brahmantiyo et al. (2018), samice je schopna mít pravidelně vrhy o 9 a více mláďatech, vyšší četnost vrhů je pak cíleně šlechtěna u některých hybridních linií králíka domácího. Jak však dále uvádějí, tento fakt může mít velmi negativní vliv na následný odchov mláďat, a to především z důvodu nedostatečného počtu mléčných bradavek samice (Brahmantiyo et al. 2018). V praxi se proto často stavy mláďat ve vrhu redukují na optimální počet (Zapletal et al. 2021). Počet mláďat ve vrhu - plodnost - lze ovlivnit také cíleným šlechtěním, jelikož bylo prokázáno, že plodnost je dědičně ovlivněna (Fadare & Fatoba 2018).

3.4. Odchov mlád'at

3.4.1. Odchov mlád'at ve volné přírodě

Na rozdíl od domácího či faremního chovu, je v přirozeném životním prostředí obvyklé, že se králíci sdružují ve skupinách, které čítají zpravidla dvě až devět samic a dva až tři samce a tvoří hierarchickou skupinu (Munari et al. 2020). Samice rodí na rozdíl od domestikovaných zvířat do podzemních nor, ve kterých se po celou dobu raného odchovu nacházejí mlád'ata. Stavba nor je evoluční znak, který odpovídá umístění králíka domácího v potravním řetězci, kde je umístěn do role predovaného zvířete, které je hlavním zdrojem potravy pro velkou řadu divoce žijících predátorů (Benedek et al. 2021). Jak upřesňují Somerville & Sugiyama (2021) králíčí nory mohou být hluboké až 3 metry, a může je obývat skupina až 20 zvířat, kdy nejčastěji se vyskytuje dominantní samec s jednou či více dominantními samicemi a jejich potomky. Z toho důvodu je možné považovat králíka domácího za společenský živočišný druh.

Podobně jako u domestikované formy králíka domácího si i divoké formy staví hnízdo z jím dostupného materiálu, nejčastěji pak z vlastní srsti a sena či suché trávy (Bilkó et al. 2022). Jak dále autoři uvádějí, na výsledek odchovu má velký vliv zvolená podestýlka. Jejím hlavním úkolem je izolace a zajištění správných životních podmínek pro mlád'ata v raném odchovu. Proces přípravy hnízda a jeho stavba je silně spojena s fyziologickými a hormonálními projevy, ke kterým dochází ve vysokém stupni gravidity (Reece & Rowe 2017). Jednou z nich je vyplavení hormonu označovaného prostaglandinF2 α (PGF2 α), v důsledku čehož dochází kolem 30. dne k regresi žlutého tělíska a snížení fyziologické hladiny progesteronu (Zerani et al. 2021). Funkcí žlutého tělíska je podpora tvorby progesteronu, kdy jeho zvyšující se hladina a následná stabilita v organismu jedním z hlavních parametrů pro udržení gravidity (Reece & Rowe 2017). V důsledku těchto fyziologických změn dochází u samice k vyvolání mateřských pudů jako například stavbě hnízda (González-Mariscal et al. 2016). Benedek et al. (2021) doplňují, že hormonální změny hladin progesteronu jsou úzce spojeny se zvýšenou produkcí nadlewnin, které produkují kortizol. Následkem toho dochází ke změně chování samice, to se projevuje vysokou aktivitou spojenou se sběrem materiálu pro stavbu hnízda. Ta je zpravidla zakončena vystláním hnízda vlastní srstí (Benedek et al. 2020).

Mlád'ata králíka domácího se rodí zcela holá s velmi nízkou mírou vlastní termoregulace, ta se začíná vyvíjet až sedmý den od narození, oční víčka se začínají rozlepovat kolem desátého dne věku (Wood 2018). Běžně se divoké formě králíka domácího rodí kolem 2 až 6 mlád'at (Bilkó et al. 2022). Jak dále autoři uvádějí, většinu času mlád'ata v prvních týdnech odchovu zůstávají v klidovém stavu, aktivní jsou zpravidla jen během krátkého několika minutového kojení, které se uskutečňuje nejčastěji pouze jednou během dne v pravidelných intervalech. Jedná o jev, který má mít za následek snížení predace a infanticidy mlád'at.

3.4.2. Odchov mláďat v drobnochovech a na farmách

Podobně jako u přirozeného odchovu mláďat si samice i v praxi farmového či domácího chovu staví zpravidla několik dní před porodem hnízdo. Jako běžně dostupným materiálem jsou v běžné praxi používány hobliny či jiný typ bezprašné a vysoce savé podestýlky s dobrou izolační schopností (Bilkó et al. 2022). Na rozdíl od volně žijících králíků není samicím v konvenčních chovech umožněno hloubit podzemní nory, jako náhrada jsou velmi často využívány kotící budky (González-Mariscal et al., 2007). Studie ukazují, že jako nejčastěji volenou náhradou sena či suché trávy, která je nejčastěji využívána ve volné přírodě, avšak ve faremní praxi se příliš nevyužívá, je lignocel či jeho kombinace například se suchými bezprašnými hoblinami (Munari et al. 2020). Důležitým faktorem je také vhodný typ hnízdních budek či klecí, které jak uvádějí Benedek et al. (2020) mají být alespoň o rozměrech 40x25x31 cm.

Obecně lze říci, že období před porodem je pro samici vysoce rizikové a stresující a případné chyby v technologii chovu mohou mít velmi negativní vliv ve vztahu k výsledné efektivitě produkčního chovu (Seltman et al. 2017). Pro minimalizaci ztrát Benedek et al. (2020) uvádějí jako velmi důležité dodržení obecných zoohygienických a zootecnických zásad jako je neomezený přístup k nezávadné pitné vodě, ke kvalitnímu nutričně vyváženému krmivu a celkově velmi dobrá hygiena chovného zařízení. Jak upřesňují Meo et al. (2004), je důležité optimální nastavení krmného plánu, kdy dochází v první fázi gravidity samice k intenzivnímu navýšení spotřeby krmiva, a to z důvodu pokrytí metabolických potřeb samice, ale také pro správný vývoj plodů. Jak dále uvádějí, v poslední fázi, krátce před porodem, dochází naopak k náhlému snížení příjmu potravy, což může být bráno jako jeden z indikátorů blížícího se porodu.

Především v praxi faremně chovaných králíků a chovů zaměřených na produkci je důležitým a sledovaným faktorem ovlivňující výslednou efektivitu chovu sledování hmotnosti nově narozených mláďat (Poigner et al. 2010). Za optimální je považován vyrovnaný vrh bez významnějších odchylek v rámci jednotlivých mláďat. Značnou mírou lze velikost vrhu a hmotnost jednotlivých mláďat ovlivnit během gravidity matky a to především vhodně zvolenou krmnou technikou v době gravidity a dobrou kondicí samice před nástupem gravidity (Szendrő et al. 2019). Jako obecná hodnota je uváděna hmotnost mezi 60 až 70 g s limitními hodnotami 35 až 40 g a naopak 80 až 90 g, kdy je popisován vztah, při kterém je s vyšší početností vrhu průměrná hmotnost mláďat obecně nižší (Meo et al. 2004). Jak uvádějí Poigner et al. (2010) je hraniční porodní hmotností 35 g, kdy se již objevuje 50% mortalita. Jak dále uvádějí, má vhodná porodní hmotnost optimální vliv na následný průběh raného odchovu a výkrmu, kdy jsou u mláďat s vyšší porodní hmotností popisovány vhodnější termoregulační schopnosti a tepelný komfort, v neposlední řadě pak mají mláďata s vyšší porodní hmotností lepší schopnost přijímat mateřské mléko a to také ve větším množství (Ródel et al. 2008). Meo et al. (2004) dále upřesňují, že velikost mláďat může být odlišná i v závislosti na počtu nidovaných embryí do jednotlivých děložních rohů, kdy je popsáno, že s nižším počtem embryí v daném děložním rohu se zvyšuje jejich následná porodní hmotnost.

Obecnou a běžně užívanou praxí při raném odchovu mláďat, při odstavu ve 35. dnech věku, je kontrola hnízda krátce po porodu. Ta je důležitá především pro zjištění stavu a kvality hnízda, určení počtu mláďat ve vrhu a posouzení jejich životaschopnosti (Szendrő 2008). V případě, že je při kontrole vrhu zjištěn vícečetný vrh je doporučeno vrhy optimalizovat. V chovatelské praxi se mláďata z více četných vrhů podloží samicím, které mají početně podprůměrné vrhy (Nielesen et al. 2019). Optimální počet mláďat ve vrhu je dán především fyziologickou schopností samice z hlediska produkce dostatečného množství mateřského mléka a počtem mléčných struků samice. Jejich průměrný počet je kolem 10 (Brahmatiyi et al. 2018). Szendrő (2008) dále uvádí, že počet mléčných struků je významně geneticky založen. Schlolaut et al. (2016) upřesňují, že v přirozené populaci vykazuje počet struků u samic výrazně vyšší četnost a to mezi 6 až 12. Jak dále uvádí, došlo kvůli cílenému šlechtění ke snížení četnosti a vyšší uniformitě počtu mléčných struků. Pokud dochází k variabilitě, uvádí, že se zvyšujícím se počtem struků dochází ke zlepšení výsledků laktace a celkových hmotnostních přírůstků u mláďat.

Jelikož se však běžně vyskytují vrhy o počtu 12 i více mláďat (Lukefahr et al. 2004), není možné efektivně zajistit dostatečnou uniformitu vrhu a dobré produkční vlastnosti v rámci raného odchovu, při odstavu ve 35. dnu věku. Vhodný počet mláďat ve vrhu u prvoroďiček je 8, u starších samic v reprodukci pak 9 (Zapletal et al. 2021). To potvrzují i výzkumy Szendrő (2008) a Poigner et al. (2016), kdy uvádějí, že při maximálním počtu 9 mláďat ve vrhu a vyrovnané hmotnosti v rámci vrhu jsou výsledky nejlepší z hlediska následného výkrmu.

Podobně jako u jiných zootechnických operací je i u podkládání mláďat a v optimalizacích vrhu důležitá správná technika. Zvolením nevhodné techniky chovu může vést ke značným ekonomickým a chovatelským ztrátám. Důraz je kladen především na minimalizování stresových faktorů, mezi které lze zařadit nadměrnou manipulaci či vliv nadměrné okolní teploty Urbanová et al (2019).

U králíka domácího je možná i metoda umělého odchovu (Hills & MacDonald 1956). Úspěšnost umělého odchovu však závisí na mnoha faktorech a jeho úspěšnost je zpravidla velmi nízká, kdy je důležité dodržení přísných zootechnických opatření (Gidenne & Fortun-Lamothe 2002). Náročnost odchovu je způsobena především specifickým složením králíčího mateřského mléka (Chankuang et al. 2020). Martens et al. (2010) dále upřesňují, že na rozdíl od mateřského mléka jiných druhů hospodářských zvířat (prase, kráva) je v králíčím mateřském mléce obsaženo výrazně více tuku, bílkovin a energetické složky. Pro úspěšný umělý odchov musí být dodržen dostatečný tepelný komfort, a vhodné mikroklimatické podmínky (Eveleigh & Pease 1976). Asemota & Orheruata (2020) udávají teplotní optimum pro úspěšný chov králíka domácího 21°C. Samice kojí obvykle 2krát denně, nejčastěji před setměním a před rozbřeskem (Grant 2019), v běžné praxi samice kojí v pravidelných několika hodinových cyklech (Jilge 1952). Jak vysvětluje Grant (2019), mláďata králíka domácího mají fyziologicky, na rozdíl od jiných mláďat, přibližně 2násobnou kapacitu žaludku. V důsledku častějšího krmení, které není pro mláďata přirozené, může dojít k zaživacím obtížím

(Grant 2019). Jako mléčná náhražka je často používána suspenze kozího nebo kondenzovaného mléka a vody s přidavkem dalších doplňujících látek (Wood 2018). S použitím náhražky mléka pro kořata experimentovali také Chankuang et al. (2020) a potvrdili vhodnost použití této náhražky u mláďat.

3.5. Kojení a laktace

3.5.1. Mateřské mléko

Hlavní podstatou mateřského mléka ve výživě savců je zajištění základních živin potřebných pro správný vývoj a růst mláďat (Frandsen et al. 2011). Jedním z hlavních předpokladů pro splnění těchto požadavků je schopnost samice produkovat kvalitní mateřské mléko a to v takovém množství, které bude dostatečné v závislosti na počtu mláďat (Maertens et al. 2010). U králíka domácího je mateřské mléko jediným a hlavním zdrojem živin zhruba do 18. až 19. dne věku (Chankuang et al. 2020).

Laktace je fyziologický děj, který je uskutečněn na základě řady nejen hormonálních změn. Kvalita laktace bývá často ovlivněna předchozí graviditou (Holtz & Foote 1978). První, někdy označované jako nezralé mléko, je mléko kolostrální (Frandsen et al. 2011). Obecně se jedná o mléko, jež je oproti pravému mateřskému mléku bohatší na obsah tuků a somatických buněk, hodnota mléčného cukru je naopak ponížena (Ludwiczak et al. 2020). Vyšší obsah tuku je v prvních dnech života mláďat důležitý především z důvodu jejich velmi nízké hmotnosti a zanedbatelné schopnosti termoregulace a vysoké náchylnosti na výdej energie (Maertens et al. 2010). Hlavní funkcí kolostrálního mléka je prvotní ochrana mláďat před patogeny, vyznačuje se totiž vysokým obsahem imunoglobulinů a dalších látek podporujících imunitu mláďate, a to především v prvních dnech či týdnech jeho života (Reece & Rowe 2017).

Laktace vykazuje postupně se zvyšující tendence, přičemž horní amplitudy je dosaženo kolem 21. dne věku mláďat (Schlolut et al. 2016). Jak dále uvádějí, je zvýšení míry laktace způsobeno vyšší potřebou mláďat, u nichž dochází ke zvýšení živé hmotnosti a celkového růstu. Následně dochází k přirozenému snížení produkce mléka, která se v přirozených podmínkách zastavuje kolem 4. až 5. týdne věku mláďat (Castellini et al. 2010). V intenzivních chovech však dochází k odstavu mláďat již mezi 23. až 25. dnem, zhruba 2 dny před dalším porodem samice (Nielsen et al. 2020). Jak upřesňuje Szendrő (2008), je takto časný odstav vhodný z hlediska kondice samice, u mláďat v důsledku nižšího věku však může dojít k zažívacím obtížím. Kvůli tomuto faktu je doporučeno krátce po odstavu přistoupit k omezení krmné dávky u mláďat (Nielsen et al. 2010).

Celkové množství vyprodukovaného mléka je ovlivněno mnoha faktory, jedním z nich je velikost vrhu, kdy u četnějších vrhů je obecně produkováno více mateřského mléka než u vrhů méně četných (Martens et al. 2006). Vliv velikosti vrhu na výslednou produkci mateřského mléka potvrzují Ludwiczak et al. (2020). Rosell & Fuente (2018) uvádějí, že samice je během laktace schopna vyprodukovat mateřské mléko o své vlastní hmotnosti.

Metoda pro stanovení produkce mateřského mléka spočívá ve vážení odchovávaných mláďat v předem stanovených časových intervalech a odečtení naměřených hodnot od hmotnosti porodní (Chrenek et al. 2009).

Množství a efektivita produkce mateřského mléka mohou být ovlivněny již v rámci odchovu samic. Jak uvádějí Maertens et al. (2010), jako vhodnější se ukázala částečná restrikce denní krmné dávky. Takto restringované samice vykazovaly v následném reprodukčním období lepší hodnoty laktace a s tím spojené lepší výsledky z hlediska hmotnosti vrhů při odstavu.

Mateřské mléko králíka domácího vykazuje v porovnání s jinými druhy velmi specifické složení, které odpovídá vysokým nárokům na intenzitu růstu mláďat (Hudson et al. 1995). To dále rozvádějí Darin et al. (2021), kteří udávají 10% tučnost, 12,6% zastoupení bílkovin a 0,899% zastoupení laktózy. Jak dále konstatují, především procentuální zastoupení bílkovin a tuků je v porovnání s jinými druhy mateřského mléka výrazně vyšší. Díky vysokým nutričním hodnotám králíčího mateřského mléka dochází u mláďat k velmi rychlému růstu, kdy jsou schopna zdvojnásobit svou hmotnost již v 6. dni po porodu (Kascala et al. 2015).

3.5.2. Cirkadiální rytmus

Samice králíka domácího na rozdíl od některých jiných samic savců vykazuje výrazně omezenou mateřskou péči o svá mláďata. Ta se projevuje velmi nízkým počtem kojení během jednoho dne (Rödel et al. 2012). Jak upřesňují Apel et al. (2020), je pro samice králíka domácího přirozené kojit mláďata pouze jednou za den. Uvádějí dále, že v praxi farmových chovů, kde již nejsou bez výhrad dosaženy podmínky volně žijících zvířat, může být tento rytmus narušen a častěji je pozorováno kojení s vyšší četností.

Evolučně je králík domácí řazen do skupiny zvířat s altriciálními mláďaty, jež vyžadují výrazně delší dobu mateřské péče. Avšak spolu s faktem, že se také jedná o zvíře s vysokou mírou predace, je možné považovat cirkadiální rytmus za evoluční výhodu, která má za úkol snížení rizika odhalení hnízda/nory s mláďaty a zvyšuje tak šanci na jejich odchov a zařazení do vlastní reprodukce (Bautista et al. 2008).

Dle autorů Piccione et al. (2007) je cirkadiální rytmus evolučně vázán na fyziologické a behaviorální vnímání organismu, kdy se jako hlavní faktor jeví vliv světla a tmy. Z toho důvodu, jak dále upřesňují Apel et al. (2020), nemusí být kojení uskutečněno v přesných 24hodinových intervalech. Obecně dochází ke kojení nejčastěji v ranních hodinách (Eiben et al. 2010). Ukazuje se, že behaviorální nastavení samic je více závislé na aktuálním ročním období či na velikosti vrhu a životních podmínkách, ve kterých se samice nachází. Samotné kojení trvá zpravidla velmi krátkou dobu, jako obvyklá doba se udává cca 3 až 5 minut. Spuštění laktace je řízeno hormonální činností, přičemž hlavním řídicím hormonem je oxytocin. Ten následně spouští ejakci mléka do mlékovodů a mléčných žláz (Lollivier et al. 2005). Oxytocin je impulzivně spouštěn na základě stimulace mláďaty, která spočívá ve stimulaci struků jejich sáním a vyšší aktivitou v oblasti břicha samice (Maertens et al. 2010).

Samotná délka kojení však není závislá pouze na stimulaci mláďat. Jak popisují González-Mariscal et al. (2016), je zde i velký vliv mateřských vlastností a schopností samice, které se mohou v čase významně měnit.

Jelikož je kojení u samic králíka domácího silně vázáno na rytmickou periodu a jeho délka je velmi krátká, vyvinula se u mláďat série reakcí a behaviorálních vjemů, které umožňují příjem dostatečného množství mateřského mléka za velmi krátkou dobu (González-Mariscal et al. 2016). Z toho důvodu dochází u mláďat zhruba hodinu před očekávaným kojením k postupnému zvýšení aktivity, jež se projevuje vyšší sensitivitou na hluk a vibrace, které naznačují možný příchod samice. Po krátké době kojení samice bez většího projevu silnější mateřské péče hnízdo opouští, následně dochází ke spontánnímu vyprázdnění mláďat a jejich opětovnému návratu do spodních vrstev hnízda (Bautista et al. 2008).

3.5.3. Řízené kojení

Princip kontrolovaného kojení spočívá v aplikaci oddělených kotvicích budek či zařízení, do kterých mají samice přístup pouze po omezenou a předem stanovenou dobu. Tím je zamezeno neomezené péči a kojení samic. Tento fakt může mít pozitivní vliv, a to jak vzhledem k produkčním schopnostem vrhu, tak z hlediska reprodukčních funkcí samice (Eiben et al. 2013). Pro zvolení správné technologie řízeného kojení a využití tak potencionálních výhod, je zapotřebí pochopit přirozené chování samic a jejich typický denní režim v systémech, ve kterých je přístup k mláďatům bez omezení (Escobar et al. 2008). Jak upřesňují Maticse et al. (2010), vykazuje chování samic typické projevy. Bylo prokázáno, že většina samic kojí mláďata v rozmezí 05:00 až 13:00 h odpoledne, spolu s tím bylo prokázáno, že samice poměrně dobře reagují na světelnou stimulaci. Dalším z pozorovaných jevů byla skutečnost, že samice kojí pouze omezenou dobu, a to jen několik málo minut.

Kontrolované kojení může přinášet, jak je v úvodu předchozího odstavce uvedeno, zlepšení produkčních, ale i reprodukčních parametrů chovu. Jako jeden z popisovaných kladných projevů je uváděna obecně vyšší efektivita růstu a produkce vyššího počtu mláďat (Hudson et al. 1995). Dalším z faktorů, který může cílené či kontrolované kojení zajistit, je rovněž lepší management průběhu a vrcholu laktace, což může mít kladný vliv na snížení počtu mastitid (Ludwiczak et al. 2020), jež jsou významnou zdravotní komplikací, a to především v praxi intenzivních faremních chovů, kde často vedou ke značným ekonomickým i chovatelským ztrátám (Rossel et al. 2018).

3.6. Výživa samic

Výživa je jedním ze základních činitelů, kterými lze do značné míry ovlivnit konečné výsledky chovu. V chovatelské praxi je možné se během výživy především samic králíka domácího setkat s negativní energetickou bilancí (Feugier et al. 2006). Ta je způsobena vysokými požadavky na farmově chované samice, kdy jsou samice využívány řádově více než při jiných typech chovu nebo ve volné přírodě. Za použití umělé inseminace dochází k opětovnému zabřeznutí zhruba 11. den po porodu (Munari et al. 2020). Vzhledem k

fyziologickým možnostem králíka domácího a běžně užívaným krmným komponent není možné plně pokrýt metabolické nároky vyvíjejících se plodů a nároky samice. Z toho důvodu dochází k úbytku tukové tkáně ze zásobních depozit a následně ke zhoršování kondice samic, to je také jedním z velmi častých důvodů pro brakaci samic (Cardinal et al. 2008). Prevencí pro snížení dopadů záporné energetické bilance se jeví časný odstav mláďat. V důsledku toho se uměle zkrátí přirozená doba laktace a samici je zkrácena doba, v níž u samice dochází k negativní energetické bilanci. Tento fakt má však negativní dopad na jejich výsledné produkční vlastnosti (El-Ratel et al. 2020).

Vzhledem k těmto skutečnostem doporučují Szendrő et al. (2019) krmit samice v době jejich vlastní reprodukce ad libitum a to po celou dobu bez omezení. V jiném případě, jak dále uvádějí, hrozí mimo zhoršení výživné kondice samice také snížení živé hmotnosti novorozených mláďat a to i o více než 20 %. Výzkumy Manala et al. (2010) oproti tomu prokázaly, že snížení krmné dávky v prvních fázích gravidity způsobilo navýšení příjmu krmiva po přechodu na adlibitní způsob krmení. Jak dále uvádějí, je tato forma vhodná především pro mladé samice, které jsou nově zařazovány do reprodukce. U takových samic doporučují restrikcii krmiva již v rámci jejich samotného výkrmu a to především z důvodu prevence zhoršení výživové kondice. Pokud je totiž výživová kondice příliš vysoká, dochází častěji k poruchám reprodukce a ke snížení počtu mláďat ve vrzích.

Obecně lze říci, že studií zabývajících se výzkumem vlivu managementu kojení v závislosti na užitkovost a jatečnou hodnotu není dostatečné množství. Z toho je patrné, že je vhodné provést další podobné výzkumy, které by metodikou odpovídaly této diplomové práci. Dalším výzkumem může být dosaženo nových poznatků a technologických postupů v rámci managementu kojení a také managementu reprodukčních cyklů samic.

4. Metodika

4.1. Charakteristika sledování

Sledování se uskutečnilo v Demonstrační a experimentální stáji České zemědělské univerzity v Praze. Všechny postupy byly v souladu se směrnicí 2010/63/EU o ochraně zvířat používaných pro vědecké účely.

Do sledování byla zařazena odstavená králíčata od individuálně ustájených samic brojlerových králíků genotypu Hyplus (PS 19 x PS 40). Celkem se jednalo o 20 samic rozdělených na polovinu, 10 samic s adlibitním přístupem k mláďatům, 10 samic s řízeným kojením, která byla následně rozdělena do skupin dle managementu kojení.

Odstav králícat byl realizován ve 35. dnech věku. Z každého vrhu byli vybráni 4 králíci, náhodným výběrem byly vybrány 2 samice a 2 samci. Králíčata byla ustájena po dvou do výkrmových klecí. Celkem 40 králícat se nacházelo v každé skupině (adlibitní x řízené kojení v době odchovu). Králíci byli vykrmováni do 77. dne věku.

Podmínky mikroklimatu jako je teplota, relativní vlhkost, světelný režim a výměna vzduchu odpovídaly běžným požadavkům. Byly dodrženy platné předpisy týkající se minimálních standardů pro ustájení z hlediska plochy na jednoho vykrmovaného králíka. Krmení i napájení bylo ad libitum. V následující tabulce (tabulka č. 1) je uvedeno složení granulované krmné směsi (16,9 % dusíkatých látek a 10,2 MJ stravitelné energie). Králíčata před odstavením přijímala mléko a krmnou směs.

Tabulka č. 1: Složení granulované krmné směsi

Parametr	%
Vojtěškové úsušky	30
Slunečnicový extrahovaný šrot	17
Pšeničné otruby	23,5
Cukrovarské řízky	4
Oves	13
Ječmen	8
Řepkový olej	2
Krmné doplňky*	0,5
Monokalciumpfosfát	0,5
Vápenec	1
Sůl	0,5

* v 1 kg: vitamin A: 1 200 000 m.j.; vitamin D3: 200 000 m.j.; vitamin E: 5 g; vitamin K3: 0,2 g; vitamin B1: 0,3 g; vitamin B2: 0,7 g; vitamin B6: 0,4 g; niacin: 5 g; Ca – pantothenát: 2 g; kyselina listová: 0,17 g; biotin: 20 mg; vitamin B12: 2 mg; cholin: 60 g; lysin: 25 g; DL – methionin: 100 g.

4.2. Sledované parametry

Byly sledovány vybrané parametry výkrmnosti a jatečné hodnoty. Živá hmotnost králíků byla sledována individuálně v týdenních intervalech, spotřeba krmiva zase týdně celkově na skupinu. Následně byl vypočítán průměrný denní přírůstek, průměrná denní spotřeba, konverze krmiva. Denně byl sledován zdravotní stav a mortalita.

Pro porovnání vybraných parametrů jatečné hodnoty bylo vybráno 20 králíků z každé skupiny. Králíci byli poraženi ve VÚŽV, v.v.i. na experimentálních jatkách. Po porážce byl realizován kompletní rozbor dle harmonizačních kritérií Blasca & Ouhayouna (2010).

Pro potřeby diplomové práce byla hodnocena po porážce jatečná hodnota na základě kompletní jatečné disekce. Z fyzikálních parametrů kvality masa bylo sledováno pH hřbetu a stehen po 20 minutách po porážce a po 24 hodinách, stejně jako elektrická vodivost a barva masa.

pH svaloviny hřbetu a pravých stehen bylo měřeno 20 minut po porážce a 24 hodin post-mortem pomocí pH metru WTW pH 330i (WTW, Weilheim, Německo) opatřeného skleněnou elektrodou vhodnou pro penetraci masa. Dále byla měřena elektrická vodivost, rovněž 20 minut po porážce a 24 hodin post-mortem. Pokud jde o barvu svaloviny, velikost apertury byla 8 mm a byl to průměr měřené oblasti, zrcadlová složka 0 % UV, standardní osvětlení D65 (simulace denního světla), úhel pozorovatele byl 10° a kalibrační hodnoty nuly a bílé odpovídaly průměru tří měření na vzorek. Hodnoty barev L* a* b* byly měřeny 24 hodin post-mortem na čerstvém povrchu řezu levých stehen u svalu *biceps femoris* a hřbetu u svalu *longissimus lumborum*, měření barev byla zaznamenána v barevném prostoru CIELAB pro L* (světlost - 0 = červená, 100 = bílá), a* (červenost/zelenost - kladné hodnoty = červená, záporné hodnoty = zelená) a b* (žlutost/modrost - kladné hodnoty = žlutá, záporné hodnoty = modrá) pomocí spektrofotometru (CM-700d, Konica Minolta, Osaka, Japonsko).

4.3. Statistické vyhodnocení

Statistická analýza byla zpracována programem SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Byl posuzován vliv managementu kojení na vybrané parametry, použita byla metoda ANOVA. U sledovaných ukazatelů byly vypočteny základní statistické ukazatele (ve výsledných tabulkách je pro přehlednost uveden průměr, statistická průkaznost a SEM).

Model použitý k hodnocení vybraných parametrů užítkovosti, jatečné hodnoty a fyzikálních parametrů svaloviny hřbetu a zadního stehna zahrnoval fixní vliv managementu kojení a náhodný vliv pohlaví králíků.

$$Y_{ijk} = \mu + MK_i + P_j + e_{ijk},$$

Y_{ij} hodnota znaku (závislá proměnná)

μ průměr

MK_i fixní vliv managementu kojení (ad libitum x řízené)

P_j náhodný vliv pohlaví králíků (samec x samice)

e_{ijk} náhodná zbytková chyba

Hladina významnosti pro vybrané parametry byla $P \leq 0,05$. Vzájemné rozdíly byly testovány T-testem. Vybrané parametry spotřeby krmiva a mortalita nebyly statisticky hodnoceny. Průkaznost rozdílů mezi skupinami je označena indexy ^a a ^b.

5. Výsledky

Výsledky managementu kojení samic byly získány za pomoci laboratorních rozborů a jsou uvedeny v tabulkách níže.

Tabulka č. 2: Vliv managementu kojení mláďat na vybrané parametry růstu, spotřeby krmiva a mortalitu králíků v období výkrmu (n=40)

Parametr	Management kojení		Průkaznost	SEM
	Ad libitum	Řízené		
Živá hmotnost ve 35 dnech věku (g)	856 ^b	982 ^a	0,0002	17,968
Živá hmotnost v 77 dnech věku (g)	2628	2775	0,4632	31,708
Období 35.–77. den věku				
- průměrný denní přírůstek (g)	42,18	42,65	0,1642	1,803
- spotřeba krmiva na den (g)	144,38	155,22	nd	nd
- konverze krmiva	3,43	3,33	nd	nd
- mortalita (ks/%)	0/0	0/0	nd	nd

SEM – standardní chyba průměru; ^{ab}P≤0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší; nd – nebylo statisticky hodnoceno

Tabulka č. 2 udává výsledky vlivu managementu kojení mláďat na vybrané parametry růstu, spotřeby a mortalitu králíků v období výkrmu.

Byl prokázán statisticky (P=0,0002) významný vliv managementu kojení, kdy byly naměřeny vyšší průměrné hmotnosti u mláďat s řízeným managementem kojení (856 vs. 982 g). Živá hmotnost na konci výkrmu (77. den) však vykazovala nesignifikantní hodnoty jak u adlibitního, tak řízeného managementu kojení (2628 vs. 2675 g). Jsou patrné neprůkazné rozdíly v průměrném denním přírůstku (42,18 vs. 42,65 g) ve prospěch řízeného managementu kojení. Průměrná denní spotřeba krmiva byla nesignifikantně vyšší u řízeného managementu kojení (155,22 vs. 144,38 g).

Konverze krmiva (spotřeba krmiva na kg přírůstku) byla u skupiny s adlibitním systémem kojení 3,43 a u skupiny s řízeným systémem kojení 3,33. Mortalita (ks/%) nebyla zaznamenána ani u jednoho ze systémů.

Tabulka č. 3: Vliv managementu kojení mláďat na vybrané parametry jatečné hodnoty vykrmených králíků v 77 dnech věku (n=20)

Parametr	Management kojení		Průkaznost	SEM
	Ad libitum	Řízené		
Porážková hmotnost (PH; g)	2618	2702	0,2158	31,876
Hmotnost JOT za tepla (g)	1552	1622	0,1414	21,968
Hmotnost JOT za studena (JOTs; g)	1465	1523	0,2074	21,111
Referenční hmotnost (RH; g)	1199	1247	0,2228	15,580
Ztráta odkapem (%)	5,60 ^b	6,09 ^a	0,0057	0,119
Jatečná výtěžnost (%)	56,96	56,40	0,5233	0,364
Podíl trávicího traktu z PH (%)	17,93	17,60	0,5657	0,352
Podíl jater z JOTs (%)	6,02 ^a	5,22 ^b	0,0280	0,192
Podíl tuku celkem z JOTs (%)	2,12	2,03	0,8151	0,169
Podíl přední části z RH (%)	42,26	42,63	0,6286	0,345
Podíl střední části z RH (%)	19,39	19,39	0,9935	0,359
Podíl zadní části z RH (%)	38,35	37,33	0,0829	0,301
Podíl celého stehna z RH (%)	18,01	17,86	0,6612	0,145
Podíl svaloviny stehna z RH (%)	15,08	13,42	0,2345	0,657

SEM – standardní chyba průměru; ^a^bP≤0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší.

Tabulka č. 3 popisuje vliv managementu kojení mláďat na vybrané parametry jatečné hodnoty výkrmných králíků v 77 dnech věku, kdy, jak je z tabulky patrné, byla nesignifikantně vyšší porážková hmotnost u králíků z řízeného managementu kojení, a to konkrétně o 84 g (2702 vs. 2618 g). Také parametry hmotnosti jatečně opracovaného těla za tepla (JOT) i jatečně opracovaného těla za studena (JOTs) vykazují neprůkazně vyšší průměrné hodnoty u králíků s řízeným managementem kojení. U JOT je hmotnost o 70 g (1622 vs. 1552 g) a u JOTs o 58 g vyšší (1523 vs. 1465 g). V tabulce č. 3 byl zaznamenán statisticky (P=0,0057) významný vliv managementu kojení u parametru ztráty odkapem (%) a signifikantně (P=0,0280), kdy byla naměřena vyšší hodnota u králíků ze systému s adlibitním

kojením (6,02 vs. 5,22). Králíci s adlibitním systémem kojení vykazovali nevýznamně vyšší průměrné hodnoty u parametru jatečné výtěžnosti a to o 0,56 procentního bodu (56,96 vs. 56,40 %).

Tabulka č. 4: Vliv managementu kojení mláďat na vybrané fyzikální parametry svaloviny hřbetu vykrmených králíků v 77 dnech věku (n=20)

Parametr	Management kojení		Průkaznost	SEM
	Ad libitum	Řízené		
20 min po porážce				
L*	54,463	54,381	0,9715	1,013
a*	-0,156 ^b	2,240 ^a	0,0419	0,590
b*	5,155	7,114	0,1539	0,691
pH	6,213	6,321	0,4502	0,066
EV	1,681 ^a	1,523 ^b	0,0137	0,034
24 h po porážce				
L*	54,099	58,219	0,4959	2,945
a*	4,299	5,230	0,5673	0,725
b*	9,533	8,625	0,5413	0,672
pH	5,143	5,196	0,5311	0,042
EV	1,413	1,291	0,3516	0,058

SEM – standardní chyba průměru; ab $P \leq 0,05$ – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší.

Tabulka č. 4 popisuje fyzikální parametry svaloviny hřbetu u vykrmených králíků v 77 dnech věku. Dle výsledků je patrný statisticky ($P=0,0419$) významný vliv managementu kojení u červenosti svaloviny hřbetu 20 minut po porážce. U stejného parametru, měřeného po 24 hodinách po porážce, však již není signifikantní rozdíl. Signifikantně ($P=0,0137$) vyšší byla elektrická vodivost u svaloviny hřbetu králíků ze systému s adlibitním kojením v porovnání s králíky ze systému řízeného kojení (1,681 vs. 1,523).

Tabulka č. 5: Vliv managementu kojení mláďat na vybrané fyzikální parametry svaloviny zadního stehna vykrmených králíků v 77 dnech věku (n=20)

Parametr	Management kojení		Průkaznost	SEM
	Ad libitum	Řízené		
20 min po porážce				
L*	54,290	55,965	0,1703	0,656
a*	-1,336	-0,586	0,1738	0,255
b*	5,740	3,973	0,0556	0,547
pH	6,159	6,378	0,2036	0,086
EV	2,269	2,231	0,7707	0,062
24 h po porážce				
L*	57,353 ^a	52,660 ^b	0,0002	0,787
a*	2,234	2,995	0,4739	0,506
b*	10,096 ^a	8,245 ^b	0,0431	0,489
pH	5,263	5,305	0,4181	0,026
EV	1,964	2,075	0,5998	0,095

SEM – standardní chyba průměru; ^{ab}P≤0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší.

Tabulka č. 5 popisuje sledované fyzikální parametry svaloviny zadního stehna vykrmených králíků v 77 dnech věku, kdy je dle výsledků patrná statisticky významná průkaznost (P=0,0002) managementu kojení 24 hodin po porážce. Signifikantně vyšší hodnota světlosti byla u králíků z adlibitního systému kojení (57,353) v porovnání s králíky z řízeného systému kojení (52,660). Další signifikantní (P=0,0431) rozdíl managementu kojení byl u parametru žlutosti svaloviny zadního stehna 24 hodin po porážce, přičemž průkazně vyšší byla u králíků ze systému s adlibitním kojením (10,096), oproti tomu u králíků ze systému řízeného kojení byla žlutost 8,245. Výše zmíněné parametry světlosti a žlutosti svaloviny zadního stehna nebyly při měření 20 minut po porážce signifikantně ovlivněny vlivem managementu kojení.

6. Diskuze

Cílem této práce bylo porovnat dva možné způsoby managementu kojení (adlibitní vs. řízené) a jejich vliv na produkční parametry, jatečnou hodnotu a fyzikální parametry masa hřbetu a stehen vykrmovaných králíků.

Porovnávání managementu kojení vzhledem k produkčním parametrům se může v rámci výzkumů lišit. Odlišné výsledky mohou být, jak uvádějí Składanowska-Baryza et al. (2020), způsobeny různými podmínkami v rámci výzkumů.

S ohledem na naši studii byly zjištěny signifikantní rozdíly pro živou hmotnost králíčat při odstavu ve 35 dnech věku, kdy měla králíčata z řízeného kojení vyšší hmotnost než ta z adlibitního (982 vs. 856 g). Standardně jsou mladí králíci odstavováni ve věku od 28 do 35 dnů věku (Gidenne & Fortun-Lamothe 2002). V rozporu s uvedenými výsledky je studie (Gerencsér et al. 2012), ve které autoři uvedli vyšší hmotnost vrhu králíčat ve 21 dnech věku ze systému, v němž bylo aplikováno neomezené kojení než u králíčat, která měla kojení řízené. Co se týče výsledků porážkové hmotnosti, nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly pro tento parametr užitkovosti králíků. Nicméně, dle studie (Coureaud et al. 2000) management kojení ovlivňuje výslednou živou hmotnost v době porážky. To potvrzují také Szendrő et al. (2002), kteří naměřili vyšší porážkovou hmotnost u králíků ze systému s adlibitním systémem kojení. Naměřené hodnoty průměrné živé hmotnosti (porážková hmotnost) v 70 dnech věku králíků byly o 210 g vyšší u skupiny, která byla kojena dvakrát denně, než u skupiny, která byla krmena řízeně, a to pouze jednou za 24 hodin. Avšak v rámci řešení diplomové práce byla zjištěna průměrná živá hmotnost u králíků z řízeného systému 2702 g, zatímco u systému adlibitního kojení to bylo 2618 g. Rozdíly ale nebyly signifikantní, pouze numerické.

Další parametr, který byl dle studie (Gerencsér et al. 2012) ovlivněn managementem kojení, avšak nebyl zkoumán v této práci, byla mortalita králíčat při kojení. Ta byla dle autorů vyšší u králíčat, u nichž měly samice přístup do hnízda omezeně oproti těm, u nichž samice mohly do hnízda neomezeně. Na základě studie literatury je také možné konstatovat, že rozdíly v hmotnosti existují mezi králíčaty již po narození (Lenoïret et al. 2012) a nadále se během kojení prohlubují a ve hnízdě jsou lehčí králíčata znevýhodněna oproti těm těžším až do odstavu (Zerrouki et al. 2012). Na základě požadavků pro vyrovnaný růst u většiny králíků ve výkrmu je pak obvyklé provádět paritu hnízda, kdy je cílem nechávat u samic přibližně stejný počet králíčat pro zajištění jejich podobného růstu (Szendrő et al. 2019). Autoři této studie také uvedli, že je dokázáno, že králíčata s vyšší hmotností v hnízdě konzumují více mléka než ta, jež se narodí s hmotností nižší. Po odstavu se tyto rozdíly mohou promítat do parametrů růstu nebo kvality masa. U masa je z hlediska ekonomiky důležité sledovat odkap masové šťávy. Mollete et al. (2012) udávají jako průměrnou ztrátu odkapem hodnotu 3,34 %. Dále uvádějí, že důležitým ovlivňujícím parametrem je především systém výkrmu králíků, kdy je patrný rozdíl při krmení králíků za použití restriktce krmiva a samotné složení krmné směsi. V rámci řešení diplomové práce byla ztráta odkapem signifikantně rozdílná v rámci managementu kojení. U králíků ze skupiny s adlibitním kojením byl odkap 6,02 % a u

skupiny s řízeným managementem kojení pak průměrná hodnota činila 5,22 %. Rozdíl mezi skupinami v rámci odkapu masové šťávy je často spojován s obsahem tuku v JOTu nebo obecně rozdílným zastoupením tuku (D'Agata et al. 2009). V tomto ohledu je možné učinit závěr, že by management kojení v tomto případě ovlivnil finanční výstup výkrmu v rámci zpeněžování masa dle hmotnosti.

Podíl jater, jakožto i dalších vedlejších produktů, lze, dle studie Oliviera (2015), do značné míry ovlivnit věkem mláďat při odstavu, kdy jsou vyšší hodnoty pozorovány u králíků s pozdějším odstavením, než je 35. den věku. Dalším z faktorů, které mohly ovlivnit podíl jednotlivých partií, může být velikost vrhu, přičemž, jak dále uvádí, dochází při celkově nižším počtu mláďat ve vrhu ke zvýšení živé hmotnosti. V rámci řešení diplomové byl průkazně ($P=0,0280$) zjištěn vyšší podíl jater k jatečně opracovanému tělu za studena (JOTs) u králíků v systému adlibitního kojení v porovnání s druhým způsobem kojení. Tyto výsledky se neshodují s výsledky Szendrő et al. (2002), kteří uvádějí vyšší průměrný podíl jater u králíků krmených 2x denně. Průměrný podíl jater u králíků s řízeným kojením činil 2 %, zatímco u králíků s kojením 2x denně byl podíl průměrně 3 %.

Zastoupení depotního a celkového tělesného tuku je ovlivněno plemennou příslušností a zvoleným typem výkrmu, přičemž rozdílné zastoupení tukové tkáně může mít vliv na celkové parametry JOT (Kasza et al. 2020). Průměrné zastoupení tuku je dle Birolo et al. (2022) v rámci JOT u králíka v rozmezí 2,76–3,14 %. V rámci řešení diplomové práce bylo naměřeno vyšší procentuální zastoupení tuku u adlibitního systému kojení (2,12 %) než u skupiny z řízeného systému kojení (2,03 %). Hlavní vliv na kvalitu masa má podíl intramuskulárního tuku, který může při jeho vyšším zastoupení příznivě ovlivnit jakostní parametry, jako například šťavnatost či křehkost masa (Zubiri-Gaitán et al. 2022). Podíl intramuskulárního tuku může také ovlivnit další sledované fyzikální parametry, kterými jsou světlost, červenost a žlutost masa (Zomeño et al. 2013). Z toho lze usoudit, že podíl tuku může mít vliv na výslednou jakost králíčího masa.

Hodnocení fyzikálních parametrů svaloviny by mělo, jak uvádějí Koziol et al. (2015), být finálně vyhodnocováno až 24 hodin po porážce a to z důvodu možných změn v jednotlivých fyzikálních parametrech. U jednotlivých parametrů, jak uvádějí Wang et al. (2016), jsou hodnoty úzce závislé na zvoleném plemenu či linii králíků. Dalším z možných vlivů může být vliv výživy a věku králíků v době porážky. V rámci řešení diplomové práce byl zjištěn signifikantní ($P=0,0419$) rozdíl červenosti hřbetní svaloviny měřené 20 minut po porážce, kdy byla naměřena vyšší hodnota u skupiny z řízeného systému kojení (2,240 vs. -0,156). Opakované měření červenosti hřbetní svaloviny, jež bylo provedeno po 24 hodinách od porážky, již nevykazovalo signifikantní rozdíly, pouze numerické. Z hlediska zpeněžování králíčího masa, kdy je zpravidla prodej uskutečňován v rámci celých jatečných těl, je dle Zomeño et al. (2013) důležitý vzhled králíčího masa, který je značně ovlivněn červeností, světlostí či žlutostí masa. Negativní vliv na jatečnou kvalitu králíčího masa má především vysoká míra stresu, ke které může dojít v rámci transportu zvířat na porážku či stres před samotnou porážkou (Składanowska-Baryza et al. 2018). Lze tedy usoudit, že parametr

červenosti hřbetní svaloviny mohl být ovlivněn vyšší mírou stresu v období před porážkou u skupiny z adlibitního systému kojení. Dále lze usoudit, že měření by mělo být prováděno opakovaně, jelikož v čase může dojít ke změně hodnot sledovaných fyzikálních parametrů.

Dalším ze sledovaných parametrů byl parametr pH. Hodnota pH ovlivňuje nejen jatečnou kvalitu masa, ale také jeho udržitelnost a trvanlivost, přičemž optimální hladina pH může zamezit rozvoji bakterií, které mohou snížit trvanlivost masa (Kozioł et al. 2015). Jako jeho vhodná hodnota je uváděno rozmezí 5,38 až 5,83 pH (Kumar et al. 2023). Odlišné hodnoty pH mohou vést k některým vadám masa, jakými jsou například PSE (bledé, měkké, vodnaté) či DFD (tmavé, tuhé, suché). Změna pH může nastat z důvodu nadměrného stresu, jemuž je zvíře vystaveno krátce před porážkou, vlivem čehož může dojít k vyplavení nadměrného množství glykogenu, který se přeměňuje na kyselinu mléčnou, která způsobuje snížení pH a vede k některým vadám masa. Nejvyšších hodnot pH nabývá JOT v době 45 minut po porážce, kdy je také zpravidla prováděno měření hladiny pH (Kozioł et al. 2015).

S ohledem na naši studii byl prokázán signifikantní ($P=0,0137$) rozdíl elektrické vodivosti (EV) hřbetní svaloviny 20 minut po porážce, kdy byla naměřena vyšší hodnota u skupiny z adlibitního systému kojení (1,681 vs. 1,291).

Obdobně jako v rámci měření fyzikálních vlastností svaloviny hřbetu jsou také tyto vlastnosti svaloviny zadního stehna důležitým jakostním parametrem. Jakost králíčího masa a jeho jednotlivých partií je ovlivněna řadou faktorů, mezi které lze zařadit vliv plemenné příslušnosti, způsob výkrmu či technologie porážky a věk králíků při porážce (Skladanowska-Baryza et al. 2020). Z hlediska optimalizace jatečné kvality králíčího masa je vhodné využívat takových postupů, které minimalizují míru stresu králíků v období před porážkou (Zomeño et al. 2013), vliv na kvalitu fyzikálních vlastností může mít i zařazení některých vitaminových doplňků do krmné dávky (Kozioł et al. 2015). V rámci řešení diplomové práce byl zaznamenán signifikantní ($P=0,0002$) rozdíl světlosti svaloviny zadního stehna měřený 24 hodin po porážce, kdy byly naměřeny vyšší hodnoty u králíků ze skupiny s adlibitním systémem kojení (57,353 vs. 52,660). Signifikantní ($P=0,0431$) rozdíl byl zaznamenán také u parametru žlutosti svaloviny zadního stehna 24 hodin po porážce, kdy bylo u skupiny z adlibitního systému kojení naměřeno vyšších hodnot než u králíků z druhé skupiny (10,096 vs. 8,245).

7. Závěr

Na základě literární rešerše lze konstatovat, že obecně je systém řízeného managementu kojení vhodný jak z hlediska zdravotního stavu, kondice a welfare ramlic, tak z hlediska produkčních vlastností vykrmovaných králíků. Jedná se tedy o techniku vhodnou pro další výzkum a sledování, přičemž při správné technologii lze výrazným způsobem pozitivně ovlivnit reprodukční, produkční ale také ekonomické výsledky faremních i domácích chovů.

V rámci řešení diplomové práce nebyla potvrzena hypotéza, že králíci z řízeného managementu kojení budou vykazovat lepší užitkovost a jatečnou hodnotu. Lze konstatovat, že řízené kojení ovlivnilo hmotnost mláďat při odstavu, kdy měla tato mláďata vyšší hmotnost než ta z adlibitního systému. Vliv managementu kojení už ale neměl vliv na porážkovou hmotnost. Naopak, králíci ze skupiny řízeného kojení měli vyšší procento ztráty vody odkapem z jatečně opracovaného trupu než ti z adlibitního. Stejně tak vykazovali nižší podíl jater z JOTs. Co se týče fyzikálních parametrů svaloviny hřbetu, králíci z řízeného systému kojení měli vyšší hodnotu červenosti a nižší elektrickou vodivost než králíci z druhé skupiny. U svaloviny stehna byla zjištěna nižší světlost a žlutost u králíků ze skupiny s řízeným kojením v porovnání s adlibitním systémem, což je pozitivní jev.

Možnou zamítnutí hypotézy může být nízký počet samic ve vrhu či celkově nízký počet sledovaných zvířat, což mohlo ovlivnit výsledkovou část. A to především vzhledem k počtu zvířat pozorovaných v pokusech, které jsou v této diplomové práci citovány. Opakováním pokusu, nebo za předpokladu využití širší sledované skupiny, by mohlo dojít ke zpřesnění naměřených hodnot a jejich ukotvení v rámci běžné praxe faremních chovů či jako základ dalších výzkumů na podobné téma. Téma managementu kojení vzhledem k užitkovým vlastnostem a jatečné hodnotě vykrmovaných králíků nepatří dle aktuálně dostupných studií k běžně sledovaným parametrům, kdy je většina podobných výzkumů zaměřena především na vliv managementu kojení v závislosti na reprodukčních vlastnostech a možnostech ramlic. Kdy, jak studie ukazují, je vliv řízeného managementu pro ramlice výrazně vhodnější, než adlibitní způsob, a to především v rámci jejich kondice a doby, po kterou jsou zařazovány do reprodukce.

8. Literatura

- Ajayi AF & Akhigbe R. 2020. Staging of the estrous cycle and induction of estrus in experimental rodents: an update. *Fertility Research and Practice*, 6(1).
- Apel S, Hudson R, Coleman GJ, Rödel HG, Kennedy GA. 2020. Regulation of the rabbit's once-daily pattern of nursing: a circadian or hourglass-dependent process? *Chronobiology International*, 37(8), 1151–1162. IntechOpen.
- Asemota D & Orheruata A. 2020. Effect of the Microclimatic Temperature-Humidity Index (THI) on the Productivity Performance of Rabbit.
- Awojobi H, Awojobi E, Adejumo D, Eniolorunda O, Aluko F. 2011. Effects of reducing postpartum re-mating timeperiod on reproductive performance of the doe. *Archivos De Zootecnia*, 60(231), 501–512.
- Bautista A, Martínez-Gómez M, Hudson R. 2008. Mother-Young and Within-Litter Relations in the European Rabbit *Oryctolagus cuniculus*. *Lagomorph Biology*, 211–223.
- Benedek, I, Altbäcker V, Molnár T. 2021. Stress reactivity near birth affects nest building timing and offspring number and survival in the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *PLOS ONE*, 16(1), e0246258.
- Benedek I, Altbäcker V, Zsolnai A, Molnár T. 2020. Exploring the Genetic Background of the Differences in Nest-Building Behavior in European Rabbit. *Animals (Basel)*. 2020. Sep 4;10(9):1579.
- Bilkó Á, Petróczi I, Bárdos B, Nagy I, Altbacker V. Composition of the Wild Rabbit Nest and Its Implication for Domestic Rabbit Breeding. *Appl. Sci.* 2022, 12, 1915.
- Birolo M, Xiccato G, Bordignon F, Dabbou S, Zuffellato A, Trocino A. 2022. Growth Performance, Digestive Efficiency, and Meat Quality of Two Commercial Crossbred Rabbits Fed Diets Differing in Energy and Protein Levels. *Animals*, 12(18), 2427.
- Blasco, A, Ouhayoun JP. 2010. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science*, 4(2).
- Braconnier M, Gómez, Y, Gebhardt-Henrich SG. 2020. Different regrouping schedules in semi group-housed rabbit does: Effects on agonistic behaviour, stress and lesions. *Applied Animal Behaviour Science*, 228, 105024.
- Bredderman PJ, Foote RH, Yassen AM. 1964. An improved artificial vagina for collecting rabbit semen. *Reproduction*, 7(3), 401–403.
- Caba M, González-Mariscal G. 2009. The rabbit pup, a natural model of nursing-anticipatory activity. *European Journal of Neuroscience*, 30(9), 1697–1706.

- Cardinali R, Dal Bosco A, Bonanno A, Di Grigoli A, Rebollar P, Lorenzo P, Castellini C. 2008. Connection between body condition score, chemical characteristics of body and reproductive traits of rabbit does. *Livestock Science*, 116(1–3), 209–215.
- Carluccio A, Robbe D, De Amicis I, Contri A, Tosi U, Russo F, Paoletti M. 2010. Technical Note: Artificial insemination in rabbits: laboratory and field trial with three different semen extenders. *World Rabbit Science*, 12(2), 65–79.
- Castellini C, Dal Bosco A, Arias-Álvarez A, Lorenzo PL, Cardinali R, Rebollar PG. 2010. The main factors affecting the reproductive performance of rabbit does: A review, *Animal Reproduction Science*, Volume 122, Issues 3–4, Pages 174–182.
- Costantini F, Coniglio FA. 1989. Sistemi di conservazione dello sperma. *Rivista di conigliicoltura* 4: 14–18.
- Coombs P, Walton SL, Maduwegedera D, Flower R, Denton KM. 2020. Fetal growth and well-being in a study of maternal hypertension in rabbits. *Anatomical Record-Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 303(10), 2646–2656.
- Coureaud G, Schaal B, Coudert P, Hudson R, Rideaud P, Orgeur P. 2000. Mimicking Natural Nursing Conditions Promotes Early Pup Survival in Domestic Rabbits. *Ethology*, 106(3), 207–225.
- D'Agata M, Preziuso G, Russo C, Dalle Zotte A, Mourvaki E, Paci G. 2009. Effect of an outdoor rearing system on the welfare, growth performance, carcass and meat quality of a slow-growing rabbit population. *Meat Science*, 83(4), 691–696.
- Daader AH, Yousef MK, Abdel-Samee AM, Abd El-Nou SA. 2016. Recent trends in rabbit does reproductive management: special reference to hot regions.(Invited paper). *Proceedings 11th World Rabbit Congress - June 15-18, 2016 - Qingdao - China*, 149–166.
- Darin AO, Antipova LV, Goz AR, Ippolitova LI, Kumalagova ZH. 2021. Rabbit milk as a source of nutrition for newborns. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 640(3), 032051.
- Di Iorio M, Manchisi A, Rocco M, Chrenek P, Iaffaldano N. 2014. Comparison of Different Extenders on the Preservability of Rabbit Semen Stored at 5°C for 72 Hours. *Italian Journal of Animal Science*, 13(4), 3444.
- Del Barrio AS, Isabel GA, Nuria N. 2021. Effect of Type and Dietary Fat Content on Rabbit Growing Performance and Nutrient Retention from 34 to 63 Days Old. *Animals*, 11(12), 3389.
- Desjardins C, Kirton K, Hafs HD. 1968. Sperm output of rabbits at various ejaculation frequencies and their use in the design of experiments. *Reproduction*, 15(1), 27–32.

- Dziuk PJ. 1965. Double mating of rabbits to determine capacitation time. *Reproduction*, 10(3), 389–395.
- Eason W. 2001. A review of rabbit and rodent production medicine. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 10(3), 131–139.
- Eiben C, Gódor-Surmann K, Kustos K. 2013. Effect of a transitory controlled nursing on days 9–11 or a 24-h fast on the production of free-nursing rabbits. *Livestock Science*, 155(1), 148–156.
- Eiben CS, Kustos K, Gódor-Surmann K, Theau-Clément M, Szendrő Z. 2010. Effect of change in nursing method on the performance of rabbit does. *World Rabbit Science*, 12(3), p. 173-183.
- EL-Azzazi FE, Hegab IM, Hanafy AM. 2017. Biostimulation and reproductive performance of artificially inseminated rabbit does (*Oryctolagus cuniculus*). *World Rabbit Science*, 25(4), 313.
- El-Ratel IT, Abdel-Khalek AKE, Gabr SA, Hammad ME, El-Morsy HI. 2020. Influence of allicin administration on reproductive efficiency, immunity and lipid peroxidation of rabbit does under high ambient temperature. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 2: 539–548.
- El-Sherbie MA, Kalaba Z, El-Siefy E, Ayat RA. 2012. Freezing and Fertilizing Capacity of Frozen Rabbit Semen Extended with Gelatin Addition. *Asian Journal of Animal Sciences*.
- Escobar C, Caba M. 2008. Hormonal and metabolic rhythms associated with the daily scheduled nursing in rabbit pups. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 295, 690–695.
- Eveleigh JR, Pease SS. 1976. The establishment of a breeding nucleus of category 4 Dutch rabbits. *Laboratory Animals*, 10(3), 297–303.
- Fadare AO, Fatoba TJ. 2018. Reproductive performance of four breeds of rabbit in the humid tropics. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 30, Article #114.
- Feugier A, Fortun-Lamothe L. 2006. Extensive reproductive rhythm and early weaning improve body condition and fertility of rabbit does. *Animal Research*, 55(5), 459–470.
- Foote RH, Carney EW. 2000. The rabbit as a model for reproductive and developmental toxicity studies. *Reproductive Toxicology*, 14(6), 477–493.
- Fortune, J. 2003. The early stages of follicular development: activation of primordial follicles and growth of preantral follicles. *Animal Reproduction Science*, 78(3–4), 135–163.
- Frandsen RD, Wilke WL, Fails AD. 2013. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Wiley-Blackwell, Iowa USA.

- Gasner A. 2020. Physiology, Uterus. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32491507/> (accessed April 2021).
- García ML. 2018. Embryo Manipulation Techniques in the Rabbit. Available from <https://www.intechopen.com/books/new-insights-into-theriogenology/embryo-manipulation-techniques-in-the-rabbit> (accessed April 2021).
- García MLS, Argente M. 2020. The Genetic Improvement in Meat Rabbits. IntechOpen EBooks.
- Gerencsér Z, Matics Z, Nagy I, Szendrő É, Szendrő Z. 2012. Effect of lighting programme and nursing method on the production and nursing behaviour of rabbit does. *World Rabbit Science*, 20(2).
- Geyer A, Daub L, Otzdorff C, Reese S, Braun J, Walter B. 2016. Reversible estrous cycle suppression in prepubertal female rabbits treated with slow-release deslorelin implants. *Theriogenology*, 85(2), 282–287.
- Gidenne T & Fortun-Lamothe L. 2002. Feeding strategy for young rabbits around weaning: A review of digestive capacity and nutritional needs. *Animal Science*, 75(2), 169-184.
- Gogol P, Trzcinska M, Bryla M. 2014. Motility, mitochondrial membrane potential and ATP content of rabbit spermatozoa stored in extender supplemented with GnRH analogue [des-Gly10, D-Ala6]-LH-RH ethylamide, *Polish journal of veterinary sciences*, Volume: 17, Issue: 4, 571–575.
- González-Mariscal G, Caba M, Martínez-Gómez M, Bautista, A, Hudson R. 2016. Mothers and offspring: The rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *Hormones and Behavior*, 77, 30–41.
- González-Mariscal G, McNitt JI, Lukefahr SD. 2007. Maternal care of rabbits in the lab and on the farm: endocrine regulation of behavior and productivity. *Horm Behav.* 2007 Jun; 52(1):86–91.
- Grant K. 2019. Hand-Rearing Cottontail Rabbits. Available from https://www.researchgate.net/publication/330834483_Hand-Rearing_Cottontail_Rabbits (accessed April 2021).
- Grizzle R. 2011. Birth Process. *Encyclopedia of Child Behavior and Development*, 257–258.
- Hamilton CE. 1951. Evidences of cyclic reproductive phenomena in the rabbit. *The Anatomical Record*, 110(4), 557–571.
- Hildebrandt TB, Roellig K, Göritz F, Fassbender M, Krieg R, Blottner S, Behr B, Hermes R. 2009. Artificial insemination of captive European brown hares (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) with fresh and cryopreserved semen derived from free-ranging males.
- Hills D, Macdonald I. 1956. Hand-rearing of Rabbits. *Nature* 178, 704–705 (1956).

- Holtz W & Foote RH. 1978. The anatomy of the reproductive system in male Dutch rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with special emphasis on the accessory sex glands. *Journal of Morphology*, 158(1), 1–20.
- Hudson R, Müller A, Kennedy GA. 1955. Parturition in the rabbit is compromised by daytime nursing: the role of oxytocin. *Biol Reprod.* 1995 Sep;53(3):519-24.
- Chankuang P, Linlawan A, Junda K, Kudithalard C, Suwanprateep T, Kovitvadhi A, Chundang P, Sanyathitiseree P, Yinharningmongkol C. Comparison of Rabbit, Kitten and Mammal Milk Replacer Efficiencies in Early Weaning Rabbits. *Animals.* 2020; 10(6):1087.
- Chen Y, Li J, Simkin ME, Yang X, Foote RH. 1989. Fertility of Fresh and Frozen Rabbit Semen Inseminated at Different Times is Indicative of Male Differences in Capacitation Time. *Biology of Reproduction*, 41(5), 848–853.
- Chrenek P, Makarevich AV, Pivko J, Massanyi P, Lukac N. 2009. Characteristics of Rabbit Transgenic Mammary Gland Expressing Recombinant Human Factor VIII. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 38(1), 85–88.
- Jones GT, Sacco AG, Subramanian MG, Kruger MC, Zhang S, Yurewicz EC, Moghissi KS. 1992. Histology of ovaries of female rabbits immunized with deglycosylated zona pellucida macromolecules of pigs. *Reproduction*, 95(2), 513–525.
- Kacsala L, Matics Z, Kasza R, Gerencser Z, Szendro Z. 2015. Milk supply of rabbit kits. *Poljoprivreda/Agriculture*, 21(1 Supplement), 90–92.
- Kasza, R., Donkó, T., Matics, Z., Nagy, I., Csóka, Á., Kovács, G., Gerencsér, Z., Zotte, A. D., Cullere, M., & Szendrő, Z. 2020. Rabbit Lines Divergently Selected for Total Body Fat Content: Correlated Responses on Growth Performance and Carcass Traits. *Animals*, 10(10), 1815.
- Kigata T & Shibata H. 2020. Ramification Pattern of the Arteries Supplying the Rabbit Female Genital Organs. *Anatomical Record-Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 303(5), 1478–1488.
- Kumar SA, Kim H, Jayasena DD, Jo C. 2023. On-Farm and Processing Factors Affecting Rabbit Carcass and Meat Quality Attributes. *Food Science of Animal Resources*, 43(2), 197–219.
- Koziol K, Maj D, Bieniek J. 2015. Changes in the color and pH of rabbit meat in the aging process. *Medycyna weterynaryjna.* 71. 104-108.
- König HE, Liebich GL. 2006. *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals.* Schattauer, Stuttgart.
- Lenoir G, Garreau H, Banville M. 2012. Estimation of genetic parameters and trends for birth weight criteria in HyCole d line. *World Rabbit Science Association*, 183-187.

- Lollivier V, Marnet PG, Delpal S, Rainteau D, Achard C, Rabot A, Ollivier-Bousquet M. 2005. Oxytocin stimulates secretory processes in lactating rabbit mammary epithelial cells. *The Journal of Physiology*, 570(1), 125–140.
- Lopez-Tello J, Arias-Alvarez M, Gonzalez-Bulnes A, Sferuzzi-Perri AN. 2019. Models of Intrauterine growth restriction and fetal programming in rabbits. *Molecular Reproduction and Development*, 86(12), 1781–1809.
- Lorenzo P, García-García R, Árias-Álvarez M, Rebollar P. 2014. Reproductive and Nutritional Management on Ovarian Response and Embryo Quality on Rabbit Does. *Reproduction in Domestic Animals*, 49, 49–55.
- Ludwiczak A, Składanowska-Baryza J, Kuczyńska B, Stanisław M. 2020. Hycole Doe Milk Properties and Kit Growth. *Animals*, 10(2), 214.
- Lukefahr SD, Cheeke PR, McNitt JI, Patton NM. 2004. Limitations of intensive meat rabbit production in North America: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(3), 349–360.
- Maeda T, Liu E, Nishijima K, Yamaguchi S, Morimoto M, Watanabe T, Kitajima S. 2012. Effect of the primary cooling rate on the motility and fertility of frozen-thawed rabbit spermatozoa. *World Rabbit Science*, 20(2), 65–70.
- Maertens L, Lebas F, Szendro ZS. 2010. Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Science*, 14(4), 205–230.
- Manal A, Tony M, Ezzo O. 2010. Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: consequences on reproductive performance and maternal behaviour. *Animal Reproduction Science*, 120(1–4), 179–186.
- Matics Z, Szendrő Zs, Hoy St, Nagy I, Radnai I, Biró-Németh E, Gyovai M. 2010. Effect of different management methods on the nursing behaviour of rabbits. *World Rabbit Science*, 12(2).
- Meo, CD, Gazaneo MP, Racca C, Bovera F, Piccolo G, Nizza A. 2004. Effect of Birth Weight and Litter Size on Productive Performance of Rabbits. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(8), 1158–1161.
- Mocé E, Vicente JS. 2009. Rabbit sperm cryopreservation: A review. *Animal Reproduction Science*, 110(1–2), 1–24.
- Molette C, Gilbert H, Larzul C, Balmisse E, Ruesche J, Manse H, Tircazes A, Theau-Clément M, Joly T, Gidenne T, Garreau H, Drouilhet L. 2016. Direct and correlated responses to selection in two lines of rabbits selected for feed efficiency under ad libitum and restricted feeding: II. Carcass and meat quality¹. *Journal of Animal Science*, 94(1), 49–57.

- Mota-Rojas D, Orihuela A, Strappini A, Villanueva-García D, Napolitano F, Mora-Medina P, Barrios-García H, Herrera Y, Lavalle E, Martínez-Burnes J. 2020. Consumption of Maternal Placenta in Humans and Nonhuman Mammals: Beneficial and Adverse Effects. *Animals*, 10(12), 2398.
- Munari C, Ponzio P, Macchi E, Elkhawagah AR, Tarantola M, Ponti G, & Mugnai C. 2020. A multifactorial evaluation of different reproductive rhythms and housing systems for improving welfare in rabbit does. *Applied Animal Behaviour Science*, 230, 105047.
- Naughton CK, Nelson DR, Thomas, AJ. 2003. Development of an Inexpensive Artificial Vagina for Semen Collection from Rabbits. *Journal of Andrology* 24: 712-715.
- Nielsen SS, Alvarez J, Bicout D, Calistri P, Depner K, Drewe J, Garin-Bastuji B, Rojas JL, Schmidt CG, Michel V, Chueca MÁ, Roberts H, Sihvonon L, Spooler H, Ståhl K, Calvo AV, Viltrop A, Buijs S, Edwards SA, Candiani D, Mosbach-Schulz O, Stede YV, Winckler C. 2020. Health and welfare of rabbits farmed in different production systems. *EFSA Journal*, 18.
- Onuoha CH. 2020. Reproductive Physiology of Male Rabbits: A Key Factor in Buck Selection for Breeding (Paper Review). *Advances in Reproductive Sciences*.
- Okabe M. 2018. Sperm-egg interaction and fertilization: past, present, and future. *Biology of Reproduction*, 99(1), 134-146.
- Okuda Y, Seita Y, Hisamatsu S, Sonoki S, Shino M, Masaoka T, Inomata T, Kamijo S, Kashiwazaki N. 2007. Fertility of Spermatozoa Cryopreserved with 2% Acetamide or Glycerol through Artificial Insemination in the Japanese White Rabbit. *Jikken Dobutsu*, 56(1), 29-34.
- Pałka S, Kmiecik M, Koziół k, Otwinowska-Mindur A, Migdal L, Bieniek J. 2017. The effect of breed on litter size and milk yield in rabbits. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*. 13. 25-29.
- Pedrero-Badillo F, Anaya-Hernández A, Corona-Quintanilla DL, Castelán F, Pacheco P, Martínez-Gómez M, Cuevas E. 2013. Morphohistological characteristics of rabbit oviduct: A proposal for a single regionalization. *Animal Reproduction Science*.
- Piccione G, Giannetto C, Costa A, Caola G. 2007. Daily Rhythms of Total Activity in Rabbits During Different Light/Dark Schedules. *Trends in Applied Sciences Research*, 2: 360-364.
- Poigner J, Szendrő Zs, Lévai A, Radnai I, Biró-Németh E. 2010. Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. *World Rabbit Science*, 8(1), 17-22.
- Quintela L, Peña A, Vega M, Gullón J, Prieto M, et al. 2004. Ovulation induction in rabbit does submitted to artificial insemination by adding buserelin to the seminal dose. *Reproduction Nutrition Development*, EDP Sciences, 2004, 44 (1), 79-88.

- Read T, Combes S, Gidenne T, Destombes N, Bebin K, Balmiss E, Lamothe L. 2016. Influence of feeding strategy and diet for reproductive rabbit does on intake, performances, and health of young and females before and after weaning. HAL (Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe).
- Rebollar PG, Milanés A, Pereda N, Millán P, Cano P, Esquifino AI, Villarroel M, Silván G, Lorenzo PL. 2006. Oestrus synchronisation of rabbit does at early post-partum by doe-litter separation or ECG injection: Reproductive parameters and endocrine profiles. *Animal reproduction science*, 93(3-4), 218–230.
- Reece WO & Rowe EW. 2017. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. John Wiley & Sons.
- Richards JS & Pangas SA. 2010. The ovary: basic biology and clinical implications. *Journal of Clinical Investigation*, 120(4), 963–972.
- Roca J, Martínez S, Orengo J, Parrilla I, Vázquez JM, Martínez EA. 2005. Influence of constant long days on ejaculate parameters of rabbits reared under natural environment conditions of Mediterranean area. *Livestock Production Science*, 94(3), 169–177.
- Roellig K, Goeritz F, Fickel J, Hermes R, Hofer H, Hildebrandt TB. 2010. Superconception in mammalian pregnancy can be detected and increases reproductive output per breeding season. *Nature communications* 1: 1–7.
- Rosato MP & Iaffaldano N. 2013. Cryopreservation of rabbit semen: Comparing the effects of different cryoprotectants, cryoprotectant-free vitrification, and the use of albumin plus osmoprotectants on sperm survival and fertility after standard vapor freezing and vitrification. *Theriogenology*, 79(3), 508–516.
- Rosell J, De La Fuente L. 2018. Mastitis on Rabbit Farms: Prevalence and Risk Factors. *Animals*, 8(6), 98.
- Rödel HG. 2022. Aspects of social behaviour and reproduction in the wild rabbit – Implications for rabbit breeding? *World Rabbit Science*, 30(1), 47–59.
- Rödel HG, Dausmann KH, Starkloff A, Schubert M, von Holst D, Hudson R. 2012. Diurnal nursing pattern of wild-type European rabbits under natural breeding conditions. *Mammalian Biology*, 77(6), 441–446.
- Seltmann MW, Rangassamy M, Zapka M, Hoffman KL, Rödel HG. 2017. Timing of maternal nest building and perinatal offspring survival in a group-living small mammal. *Behav Ecol Sociobiol* 71, 64.
- Schlolaut W, Hudson R, Rödel HG. 2013. Impact of rearing management on health in domestic rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 21(3).

- Składanowska-Baryza J, Ludwiczak A, Pruszyńska-Oszmałek E, Kołodziejski P, Bykowska M, Stanisław M. 2018. The effect of transport on the quality of rabbit meat. *Animal Science Journal*, 89(4), 713–721.
- Składanowska-Baryza J, Ludwiczak A, Pruszyńska-Oszmałek E, Kołodziejski P, Stanisław M. 2020. Effect of Two Different Stunning Methods on the Quality Traits of Rabbit Meat. *Animals*, 10(4), 700.
- Smith AU & Polge C. 1950. Survival of Spermatozoa at Low Temperatures. *Nature*, 166(4225), 668–669.
- Somerville AD & Sugiyama N. 2021. Why were New World rabbits not domesticated? *Animal Frontiers*, 11(3), 62–68.
- Soliman F & El-Sabroun K. 2020. Artificial insemination in rabbits: factors that interfere in assessing its results. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 8(2), 120–130.
- Szendrő SZ. 2008. Improving of reproductive performance of rabbit does in small and medium scale rabbit farms. Recommendations for developing countries, Vol 12 No 1, 1-23.
- Szendrő Z, Cullere M, Atkari T, Zotte AD. 2019. The birth weight of rabbits: Influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: A review. *Livestock Science*, 230, 103841.
- Szendrő Z, Gyarmati T, Maertens L, Biró-Németh E, Radnai I, Milisits G, Matics Z. 2002. Effect of nursing by two does on the performance of sucking and growing rabbits. *Animal Science*, 74(1), 117–125.
- Szendrő Z, Szendrő K, Zotte AD. 2012. Management of Reproduction on Small, Medium and Large Rabbit Farms: A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(5), 738–748.
- Theau-Clément M, Bolet G, Sanchez A, Saleil G, Brun J. 2015. Some factors that influence semen characteristics in rabbits. *Animal Reproduction Science*, 157, 33–38.
- Urbanova M, Kramářová E, Chloupek J, Najmanová M. 2019. Evaluation of stress in laboratory rabbits used for teaching purposes. *Acta Veterinaria Brno*.
- Vandewoude S, Palmer J, Veeramachaneni DNR. 1999. Surgical induction of cryptorchidism in rabbit pups. *Laboratory animal science*. 49. 110-3.
- Vella DC & Donnelly TM. 2012. *Basic Anatomy, Physiology, and Husbandry*. Elsevier eBooks, 157–173.
- Wang JJ, Su Y, Elzo MA, Jia X, Chen S, Lai S. 2016. Comparison of Carcass and Meat Quality Traits among Three Rabbit Breeds. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(1), 84–89.

- Waterman AJ. 1943. Studies of normal development of the New Zealand white strain of rabbit. I. Oogenesis. II. External morphology of the embryo. *American Journal of Anatomy*, 72(3), 473–515.
- Williams J, Gladen BC, Schrader SM, Turner TW, Phelps JL, Chapin RE. 1990. Semen analysis and fertility assessment in rabbits: statistical power and design considerations for toxicology studies. *Fundamental and applied toxicology* 4: 651–665.
- Wilson WK, Dudley FJ. 1952. The duration of gestation in rabbit breeds and crosses. *Journal of Genetics*, 50(3), 384–391.
- Wood J. 2018. Rearing orphan rabbit kittens. Available from <https://www.jwoodvet.co.uk/rearing-orphan-rabbit-kittens/#1533547055159-2a21cccd-d59a>. (accessed April 2021).
- Zapletal D. et al. 2021. Growth of suckled rabbit kits depending on litter size at birth. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 24(1), 55–59.
- Zerani M, Polisca A, Boiti C, Maranesi M. 2021. Current Knowledge on the Multifactorial Regulation of Corpora Lutea Lifespan: The Rabbit Model. *Animals*, 11(2), 296.
- Zerrouki N, Chibah K, Amroun T, Lebas F. 2012. Effect of the average kits birth weight and of the number of born alive per litter on the milk production of Algerian white population rabbit does. In *Proceeding of the 10th World Rabbit Congress*, September (pp. 3-6).
- Zomeño C, Blasco A, Hernández P. 2013. Divergent selection for intramuscular fat content in rabbits. II. Correlated responses on carcass and meat quality traits, *Journal of Animal Science*, Volume 91, Issue 9, September 2013, Pages 4532–4539.
- Zubiri-Gaitán A, Blasco A, Ccalta R, Satué K, Hernández P. 2022. Intramuscular Fat Selection in Rabbits Modifies the Fatty Acid Composition of Muscle and Liver Tissues. *Animals*, 12(7), 893.