

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



Výskyt prenatálního stresu u hospodářských zvířat

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Tylová

Vedoucí práce: Ing. Helena Chaloupková, Ph.D.

Konzultant: Ing. Radka Šárová, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Výskyt prenatálního stresu u hospodářských zvířat“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2016 _____

Poděkování

Ráda bych velice poděkovala Ing. Radce Šárové, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady, poskytnuté informace, pohotovost a příjemnou pracovní atmosféru. Také bych ráda poděkovala své kamarádce Aničce Bahnerové, která se podílela na jazykových úpravách práce.

Výskyt prenatálního stresu u hospodářských zvířat

Souhrn

Tato bakalářská práce představuje přehled informací o prenatálním stresu u hospodářských zvířat, přesněji u přežvýkavců. Zdrojem informací byly vědecké články a odborná literatura. Prenatální stres je rozdělen podle stresorů, kterým mohou být zvířata v zemědělství vystavena – transport, manipulace, omezení výživy, izolace, sociální nestabilita a tepelný stres. V práci jsou popsány principy, jak se stres přenáší z matky na plod, jak ho stres ovlivňuje a do jaké míry. Výzkumné články potvrdily vliv prenatálního stresu na vývoj placenty (Baxter et al., 2016; McCrabb and Bortolussi, 1997) porodní váhu (Roussel et al., 2004; Duuvaux-Ponter et al., 2003) nervovou soustavu (Weinstock, 2001; Baxter et al. 2016) a chování potomka (Roussel-Huchette et al., 2008; Laporte-Broux et al., 2012; Coulon et al., 2011). Jelikož březí samice byly ve většině případů vystaveny mírnému stresu (oproti dřívějším pokusům na laboratorních zvířatech), vliv na potomky měl malý dopad na organismus, který se ukázal být jako prospěšný. V některých pracích se ukázalo, že abnormality, které byly naměřeny po narození, se v pozorování v pozdním věku neprokázaly.

Klíčová slova: prenatální stres, hospodářská zvířata, přežvýkavci, stres, kortizol, HPA osa, placenta

The incidence of prenatal stress in the farm animals

Summary

This bachelor thesis presents summary information about prenatal stress in farm animals, more precisely in ruminants. The thesis is based on scientific papers and literature. Prenatal stress is divided according to stressors that can affect animals in agriculture – transport, manipulation, diet restriction, isolation, social instability and heat stress. The work describes principles of how the stress is transmitted from mother to the fetus, how the stress affects them and to what extent. Scientific articles confirmed the effect of prenatal stress on placental development (Baxter et al., 2016 ; McCrabb and Bortolussi, 1997) birth weight (Roussel et al., 2004; Duuvaux-Ponter et al., 2003) nervous system (Weinstock, 2001; Baxter et al. 2016) and the offspring behavior (Roussel-Huchette et al., 2008; Laporte-Broux et al., 2012; Coulon et al., 2011). As pregnant females were in most of the cases exposed to a mild stress (compared to previous experiments on laboratory animals) the effect on offspring had a little impact on the body that proved to be beneficial. Some studies showed that abnormalities that were measured after birth were not proven at later age.

Keywords: prenatal stress, farm animals, ruminants, stress, cortisol, HPA axis, placenta

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce	9
3 Stres.....	10
3.1 Definice stresu.....	10
3.2 Stresory	11
3.3 Adaptační syndrom	11
3.4 Fyziologie stresu	12
3.5 Sympatoadrenální systém (SAM)	12
3.6 Osa hypotalamus-hypofýza-nadledviny (HPA osa).....	13
4 Obecná charakteristika a chov přežvýkavců	14
4.1 Chov skotu	15
4.2 Chov ovcí a koz.....	16
5 Prenatální období přežvýkavců	18
5.1 Placentální komunikace	19
5.2 Neurohumorální komunikace.....	20
6 Prenatální stres	21
6.1 Analýza prenatálního stresu	22
7 Stresory u hospodářských zvířat	24
7.1 Transport	25
7.2 Manipulace	27
7.3 Omezení ve výživě	28
7.4 Izolace	30
7.5 Narušení skupiny.....	31
7.6 Tepelný stres	32
8 Souhrn vlivu prenatálního stresu.....	34
8.1 Placenta	34
8.2 Kortizol	34
8.3 HPA osa a SAM systém.....	35
8.4 Behaviorální testy.....	35
9 Závěr	36
10 Zdroje	38

1 Úvod

První studie prenatálního stresu se prováděly na potkanech již před 50 lety (Braastad, 1997). Jakmile se vliv prenatálního stresu v některých případech potvrdil, byl zájem o výzkum i na jiných zvířatech. Ve studiích se lišila mezidruhová reakce na účinky prenatálního stresu (Faber, 1992). To je způsobeno především odlišným prenatálním vývojem a typem placenty, která ovlivňuje propustnost hormonů (Roussel et al., 2005), také záleží na míře vystavenému stresu. Tato práce bude vycházet z vědeckých článků zaměřených na skot, ovce a kozy.

Podmínky chovu jsou postaveny tak, aby vyhovovaly především zvířatům, byly ekonomicky výhodné a zabezpečily co nejlepší užitkovost. Přesto by nemělo docházet ke stresu a nepohodlí, protože právě to způsobuje sníženou užitkovost. Obzvláště s březími samicemi by se mělo pracovat mírně a jemně, aby nedocházelo ke komplikacím spojeným s porodem a k možnému ovlivnění plodu.

Přesto může potenciálně docházet k vystavení prenatálního stresu. Mezi nejběžnější možnosti patří lidská manipulace při veterinární prohlídce, izolace, změna mikroklimatu, přemístění nebo přeskupení skupiny a tím narušení sociálních vztahů. Nejčtenější studie jsou spojené s nutričním ovlivněním prenatálního vývoje. Dlouhodobý stres v březosti má vliv na morfologii, fyziologii a chování potomků (Braastad, 1997). Rozsah vlivu je často rozdílný a liší se podle stresorů, podle období vystavení stresu, ale také individuálně. To souvisí často s užitkovostí, protože zvířata, která mají vyhovující životní podmínky, mají lepší užitkovost než zvířata stresovaná.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je vytvořit přehled o výskytu prenatálního stresu u hospodářských zvířat. Jelikož je toto téma druhově velmi rozmanité, je práce zaměřena na zvířata z podřádu přežvýkavců (*ruminata* Scopoli, 1777) – skot (*bos* Linnaeus, 1758), ovce (*ovis* Linnaeus, 1758) a kozy (*capra* Linnaeus, 1758). Dále je cílem zjistit, jakým stresorům jsou březí samice v českých chovech vystavovány.

3 Stres

3.1 Definice stresu

Stres je široký pojem, který nemá jednotnou definici. Existuje mnoho definic od různých autorů z odlišné doby i oborů. Přesto je význam víceméně stejný.

Walter Bradford Cannon (2014) definoval stres jako stav narušující homeostázu. Zjistil, že při různých druzích napadení se zvířatům vybavuje vždy jedna ze dvou obecných forem chování – boj nebo útek („FightorFlight“).

Na jeho teorii navázal Hans Selye (1950), který si uvědomil, že stres je odpověď organismu na jakýkoli silný a potenciálně nebezpečný podnět (stresor). Tuto reakci nazval „Obecně adaptační syndrom“ neboli GAS (z anglického General Asaptation Syndrome). Jeho charakteristickým rysem je proces adaptace, který obnoví homeostázu.

Arnold Lazarus (2004) tvrdil, že stres lze chápat jako sílu, která nutí jedince se jí přizpůsobit a vyrovnat se s ní.

Charly Cungi (2001) definoval stres všeobecně jako veškeré informace a veškeré podněty, které u každého z nás vyvolávají nějakou reakci. Souhrn těchto reakcí tvoří adaptační odpověď, jejímž cílem je, vzhledem k situacím, které nás potkávají, udržení životní rovnováhy.

Stresové reakce vyvolávají dva typy odpovědí organismu – negativní nebo pozitivní. Negativní odpověď, neboli „škodlivý stres“, vede k pocitům bezmoci, frustraci a zklamání. Může poškodit jak fyziologickou funkci těla, tak i psychiku. Pozitivní odpověď, pojmenována jako „prospěšný stres“, pomáhá k lepšímu fyzickému výkonu, vyšší aktivitě. (Křivohlavý, 2011).

3.2 Stresory

Pojmem stresor rozumíme nějaký podnět či faktor, který způsobuje vnitřní napětí a vyvolává stres. Právě stresor způsobí nastartování celé řady reakcí v organismu. Jejich rozdělení je v odborné literatuře odlišné. V této práci uvádím rozdělení dle Krivovhového(2001):

- 1) **Fyzikální:** teplo, chlad, záření, tlak, vibrace atd.
- 2) **Chemické:** toxiny, infekce, hypoglykémie atd.
- 3) **Biologické:** hlad, žízeň, bolest, popáleniny atd.
- 4) **Psychosociální:** strach, úzkost, zloba atd.

Množství stresorů je nespočetné a jeho vnímání a zhodnocení jako stresujících podnětů je individuální. Pro jednoho může být určitá situace nesnesitelná a jiný jedinec na ní může mít zcela odlišný pohled.

3.3 Adaptační syndrom

Všechny živé organismy mohou reagovat na stres. Základní reakcí je vzor, který je vždy stejný bez ohledu na určité místo či stresor. Tento projev pojmenoval Hansem Selye jako adaptační syndrom – GAS (z anglického generalized adaptation syndrome) a jejím výsledkem je adaptace. Jde o tři stupně biologické reakce na stres (Selye, 1950):

1. **Poplachová reakce** – fáze, ve které jako první dochází k šoku. Ten se projevuje nervovou depresí, srdeční slabostí, poklesem tlaku, zpomalením činnosti a stažením cév, sliznic a kůže. Poté přichází „protišok“, což je fáze, kdy se tělo snaží řešit problém tím, že vzbouří organismus a zmobilizuje potřebnou energii k obraně. Dochází k vzestupu katecholaminů, glukokortikoidů a mineralo kortikoidů, tedy ke zvýšené funkci nadledvin.
2. **Stadium rezistence** – všechny pochody v těle se stabilizují, přes to zůstává stav v pohotovosti a vypětí. Postupně se snižuje energie.
3. **Stadium vyčerpání/adaptace** – k vyčerpání dochází, když je stresor příliš silný. To způsobí metabolické poruchy, či dokonce smrt. Naopak při adaptaci dojde k eliminaci škodlivého působení stresoru, a to buď odstraněním podnětu, nebo únikem.

Jde tedy vždy o stejný postup v organismu, ale odpovědi jsou odlišné. Cokoli, co způsobuje stres a není splněna adekvátní adaptační odpověď, ohrožuje život.

3.4 Fyziologie stresu

Stresová reakce je komplex nescifických humorálních reakcí. V případě hrozícího nebezpečí vzniká automatická reakce těla. Organismus se dostává do napětí a je připraven reagovat. Zvyšuje se srdeční a dechová frekvence, dochází ke svalovému napětí, rozšíření zornic a útlumu nedůležitých funkcí jako je například trávení. Při dlouhodobém vystavení stresu může dojít ke zvětšení nadledvinek, zmenšení lymfatických uzlin, nebo ke vzniku žaludečních vředů. Všechny tyto změny vedou k oslabení organismu. Tato reakce má ale i pozitivní důsledky. Při přerušovaném vystavování stresorům a následném zotavování, často dochází k fyziologické odolnosti organismu (Bartůňková 2010).

Při stresové reakci dochází v těle k odpovědi na podnět. Řízení odpovědi se uskutečňuje dvěma způsoby – hormonálně a nervově. Hormony jsou produkovány endokrinními žlázami, a ovlivňují především vegetativní nervový systém. Důležité jsou neurohormony, které mají vliv na mentální mozkové funkce. Vznikají v mozku a působí na hypofýzu. Nervové řízení se uskutečňuje na základě přenosu elektrochemických impulsů z jednoho neuronu na druhý. To zabezpečují tzv. neurotransmitery, které jsou na nervovém zakončení (Joshi, 2005). Celý tento komplex se nazývá neurohumorální systém.

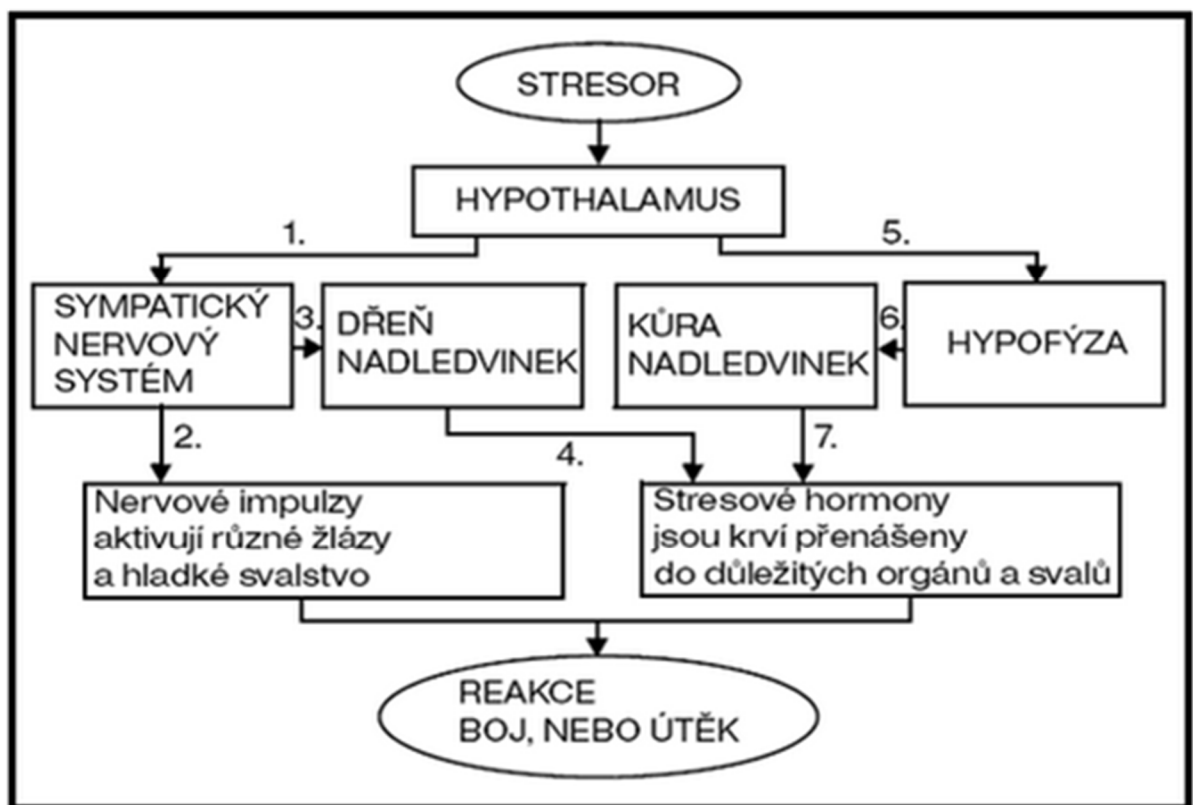
Stresová reakce probíhá po dvou stresových osách – sympatoadrenální systém a osa hypothalamus – hypofýza – nadledviny, které fungují jak komplex neurohumorálních behaviorálních odpovědí na stresor. Oba komplexy fungují na principu zpětné vazby - buňka, která produkuje určitý hormon je regulována hladinou tohoto hormonu.

3.5 Sympatoadrenální systém (SAM)

Pod zkratkou SAM systém (z anglického sympatho-adrenomedullary) se skrývá propojení sympatického nervového vedení a dřeni nadledvin, které spolu fungují jako celek. Jeho účinek je okamžitý, působí krátkodobě a ovlivňuje, na rozdíl od parasympatiku, celé tělo. Jakmile se jedinec dostane do stresové situace, SAS zodpovídá za spuštění první fáze stresové reakce a stimuluje produkci katecholaminů (adrenalinu a noradrenalinu) ve dřeni nadledvin. Způsobuje aktivaci metabolických změn, jako glykogenolýzu v játrech a navýšení volných mastných kyselin, pro větší dostupnost energie. Hlavním projevem SAM je vazokonstrikce ve vnitřních orgánech a v kůži, což pomáhá krvi dostat se do potřebných orgánů (mozku a jater), svalů a kardiovaskulárního systému. Jeho činnost probíhá mimo úroveň vědomí (Kittnar, 2011).

3.6 Osa hypotalamus-hypofýza-nadledviny (HPA osa)

HPA osa (z anglického hypothalamic-pituitary-adrenal axis) je komplexním propojením tří orgánů s vnitřní sekrecí - hypotalamu, hypofýzy a nadledvin. Hypotalamus zpracovává periferní vjemy (zranění, úlek a nervozita), na které reaguje sekrecí kortikoliberinu, který spouští aktivaci HPA osy. Kortikoliberin je uvolňován do kapilár hypofýzy, kde aktivuje sekreční buňky předního laloku (adenohypofýzy), která spustí adrenokortikotropní hormon (ACTH). Krevním proudem se ACTH dostává do kůry nadledvin, kde vazbou na příslušný receptor spustí syntézu a sekreci steroidních hormonů glukokortikoidů. Nejdůležitější z nich je kortizol, jehož úkolem je zajištění dostatku glukózy pro mozek. Kortizol poté zpětně snižuje tvorbu ACTH v hypofýze (Kittnar, 2011).



Obrázek 1 - BUCHTOVÁ, B. a kol.: Psychologie pro ekonomy. 2004, str. 185 (Podle R. L. Atkinson et al., 1995, str. 598)

4 Obecná charakteristika a chov přežvýkavců

Přežvýkavci patří do řádu sudokopytníci (*Cetartiodactyla* Montgelard, Catzefflis&Douzery, 1997), což je velmi rozšířený a bohatý řád, kam patří asi 220 druhů. Ale jedině přežvýkavci jsou typičtí svou anatomickou rozdílností v trávicí soustavě. Mají žaludek tvořen čtyřmi oddíly. Takzvané předžaludky, které tvoří bachor, čepec a kniha, vznikly z jícnu, poslední část se nazývá slez. Díky funkčnímu mechanismu předžaludků a bohatým mikrobiálním zastoupením v bachoru, jsou přežvýkavci schopni maximálně zpracovávat živiny z rostlinné stravy a trávít vlákninu (Marvan a Hampl, 2011).

Právě tato vlastnost, využívat špatně stravitelné rostlinné části, jim umožní velký tělesný nárůst a i to přispělo k jejich domestikaci. Mezi první domestikovaná zvířata patřily ovce a kozy. Je to dáno jejich skromností a přizpůsobivostí vůči externím podmínkám. Jsou nenáročné na krmění a poskytují mnohostranný užitek, jako je maso, mléko, kůži, srst a vlnu. Začátky domestikace skotu byly o něco složitější, protože šlo o mnohem větší a nebezpečnější zvíře, které bylo obtížné ochočit. Dnes je skot mnohem rozšířenější, než malí přežvýkavci (Price, 2002).

V dnešní době se spotřeba živočišných produktů zvyšuje (především z masa a mléka) s nárůstem populace. Tím se chov malých přežvýkavců dostával do stínu velkochovů skotu. V České republice nejsou žádné velkochovy ovcí ani koz, existují pouze chovatelé s průměrným počtem 10 kusů (Skoupá, 2014). Důvodem toho je nízká poptávka, nízká hodnota plodnosti a také stále populární ekologické bio chovy. Nejprodávanější produkty jsou jehněčí maso, kozí mléko a sýry. Za posledních 5 let došlo ke zvýšení stavů ovcí a koz (Bucek a kol., 2015).

Plemena s masnou užitkovostí jsou chována zásadně externě – ve venkovních ohradách, kde jsou stáda podle potřeby dokrmována. Mléčná a kombinovaná plemena jsou chována ve většině případů v kravínech. I u skotu existují ekologické bio chovy, ale nejsou tak rozšířené (Stupka, 2012; Skoupá, 2014).

4.1 Chov skotu

Skot se nejčastěji rozděluje podle užitkovosti na plemena mléčná, masná a kombinovaná. Ačkoli mají kombinovaná plemena více užitkových vlastností, většinou se u nich projevuje více jeden či druhý směr.

Dojený skot je ustájen v kravínech. Dnes je preferované volné ustájení, kdy jsou krávy v kotcích, oproti vázanému, kde jsou zvířata fixovaná řetězem, či provazem. Moderní kravíny jsou konstruovány jako volné přístřešky bez pevných stěn. Místo nich jsou použity plachty, nebo síťovina, aby docházelo k dostatečné výměně vzduchu. Prostor je rozdělen na produkční část, reprodukční část a dojírnu. Dojnice jsou chovány v redukční stáji a to ve skupinkách volně. V této části stáje nesmí chybět prostor na odpočinek a spaní, tzv. lóže. Lóže jsou buď bezstelivové, nebo stelivové, kdy se nejčastěji používá vysoká podestýlka (sláma). Existuje několik typů dojíren, ale nejdůležitější je klidné zacházení a dodržování čistoty a hygieny. Reprodukční stáje slouží pro ustájení krav před porodem. Po porodu jsou telata přemístěna do individuálních venkovních boxů, s podestýlkou a boudičkou, po celou dobu mléčné výživy. Při rostlinné výživě jsou telata v menších skupinách ve venkovních boxech. Mezi 4. až 7. měsícem jsou telata rozdělena do skupin podle pohlaví – odchov jalovic jako budoucí prvotek a výkrm býků do porážkové hmotnosti (Doležal a Staněk, 2015).

Při krmení mléčné krávy je důležité si uvědomit, že jde často o velmi namáhaný organismus, kdy je kráva buďto březí, v laktaci, nebo se připravuje na další reprodukci (inseminaci). Podle toho, zda je dojnice ve fázi začátku laktace, konce laktace nebo stání na sucho se upravuje i krmná dávka. Ta by se neměla měnit ze dne na den, optimální zvykání si na novou stravu by mělo být alespoň 1 týden. Směsná krmná dávka (TMR) zahrnuje jadrná i objemová krmiva a jedná se o základní krmivo, které se používá nejčastěji v období stání na sucho. Podle období laktace se krávy rozdělí do skupin, které mají přístup k produkčním směsím. (Kulovaná, 2001).

Ustájení masného skotu (neboli také skot bez tržní produkce, kdy se jedná především o matky a plemeníky) může být celoročně venku, pokud jde o otužilé plemeno. Pro ochranu před nepříznivým počasím stačí přístřešek se třemi stěnami a slámou. Samozřejmostí je zpevněné krmíště a nezamrznutá napajedla. Pokud jde o méně otužilá plemena, stačí v zimním období přesunout skupinu do přístřeškových stájí s minimálním vybavením, ale dostatečným prostorem. Opět zde nesmí chybět pitná voda. Je potřeba, aby ve stáji byla možnost oddělit

stáda např. na krávy a jalovice, nebo v době otelení. Nejčastěji na jaře dochází k otelení, což je nejlepší období jak pro matku, která se krmi nejkvalitnější pastvinou, tak pro mládě, protože dostává kvalitní mléko. Po narození zůstávají mláďata s matkami do přibližně 7 měsíců. Do té doby mají možnost přístupu do individuální „školky“, kde se telata přikrmují a odpočívají. Po 7 měsících jsou telata odstavena jednorázově. Někdy jsou býčci ještě vykrmováni, aby se docílilo dostatečné masné užitkovosti. Vybrané jalovičky jsou zařazené do chovu (Stupka a kol, 2013).

Podle ročenky z roku 2014 se stav dojníc se od roku 2010 do roku 2014 snížil, přes to ale došlo k nárůstu produkce mléka. Konzumace mléčných výrobků se v České republice zvyšuje. I produkce jatečného masa se průměrně od roku 2010 zvýšila, ale větší procento zastupují dojné krávy, než jatečný skot a skot bez tržní produkce. Také se ukázalo, že v České republice je více podniků s 1 až 10 kusy skotu a nejméně podniků s 501 a více kusů.

4.2 Chov ovcí a koz

Chov ovcí a koz v České republice je velmi podobný. V obou případech se jedná o skupinové ustájení, kdy převažují malá stáda okolo 10-20 jedinců (Bucek a kol., 2015) u jednoho chovatele. Nejčastěji se jedná o venkovní ustájení na pastvinách. Pastviny jsou vždy vybaveny minimálně jedním přístřeškem, který slouží jako místo odpočinku a jako ochrana před nepříznivým počasím. V přístřešku se často vyskytují jesle, aby seno nebylo na dešti či přímém slunci a neztrácelo svou kvalitu. Dále je důležité zabezpečit čistou vodu. Ovce u většiny chovatelů zůstávají celoročně venku, kozy se na zimu přesunují do stájí. Mezi základní krmiva, které ovce a kozy dostávají, patří objemná krmiva, jako je zelená píce, seno, siláž případně okopaniny. Jadrná krmiva se podávají k doplnění chybějících živin a jsou energetické. Patří k nim zrniny, luskoviny, nebo zbytky potravinářského průmyslu. Důležité je také nabídnout jako doplněk minerální liz, nebo zpestřit krmnou dávku suchým pečivem. V menších chovech se drží samice společně s plemeníkem a probíhá tak přirozená plemenitba. Když je stádo bez plemeníka, chovatel si samce nechá přivést. Březost u ovcí i koz trvá přibližně 150 dní, počet mláďat se pohybuje mezi 1 až 3. Před porodem se může matka přemístit do čistého a nastlaného porodního boxu, ale není to pravidlem. Mláďata se nechávají přirozeně s matkou. Důležité je pravidelné napájení mleziva, které je v prvních hodinách zdrojem imunity. Pokud nastanou při porodu komplikace a chovatel je nucen mláďata odchovávat uměle, je nutné mláděti dodávat v pravidelných intervalech náhražku mleziva a poté mléka (Skoupá, 2014).

Od roku 2010 byl zaznamenán vyšší počet ovcí i koz. Chovají se především kombinovaná, masná a dojná plemena. Nejčastěji se na trhu prodává jehněčí maso a kozí mléko a sýr. Celkově dochází k poklesu spotřeby masa. Nejčastěji se provádí domácí porážky. Chov ovcí a koz nepatří mezi hlavní odvětví živočišné výroby, co se týče v České republice masa a mléka. Jejich význam je především v oblasti ekologického využití trvale travnatých porostů, údržbu krajiny, zaměstnanost a celkově pozitivní vliv na životní prostředí. Poptávka po jatečných kůzlatech je pouze o Velikonocích. U většiny chovatelů se uskutečňuje jarní bahnění, kdy se samice pasou s potomky. To je výhodné díky nižším nárokům na náklady spojené s krmením i prací (Bucek a kol., 2015).

5 Prenatální období přežvýkavců

Období od vzniku zygoty po narození se nazývá prenatální. Ontogeneze se uskutečňuje dvěma paralelně probíhajícími ději – růst a vývin. Růst je děj kvantitativní, který je dán včleňováním látek do buněk. Tyto látky jsou buďto přijaté z prostředí, nebo syntetizovány. Při růstu dochází k zvětšováním a k zmnožení. Vývin je děj kvalitativní, při kterém dochází k změnám tělesné stavby a orgánů, tzv. diferenciaci buněk a tkání. V prenatálním období dochází ke vzniku orgánů, orgánových soustav a příslušných funkcí. Růst a vývin spolu úzce souvisí a vzájemně se podmiňují, jeden proces bez druhého nemohou fungovat (Marvan a Hampl, 2011).

Během prenatálního vývoje se vytváří základní psychologické, fyziologické a emocionální struktury. Plod má také paměť, schopnost vnímat a vyhodnocovat (Velazquez-Moctezuma, 1993).

Prenatální období má tři fáze (Reece, 2011):

1. Období od oplození do uhníždění blastocysty a vytvoření tří zárodečných listů – ektoderm, mezoderm a entoderm. Ze zárodečných listů se vyvíjejí základy orgánů. Ektoderm je základem pro pokožku, deriváty kůže a nervovou soustavu. Z mezodermu vznikají kosti, svaly, cévní soustava, pohlavní orgány a ledviny. Z entodermu se vytváří trávicí trubice, plíce a trávicí žlázy.
2. Embryonální období, kdy se vytvářejí jednotlivé části těl, tvoří se základy orgánů a tělních systémů.
3. Fetální období je charakteristické dokončováním vývoje orgánových systémů. Vzhledem k intenzitě růstu a diferenciaci orgánových systémů je v tomto období embryo nejvíce citlivé na působení nejrůznějších vlivů. Některé mohou vést ke vzniku vývojové vady.

5.1 Placentální komunikace

Přežvýkavci mají kotyledonovou placentu. Struktura placenty je v ostrůvcích rozšířená po celé ploše chorionu. Takové ostrůvky se nazývají placentomy. Placentom je místo, kde dochází ke kontaktu mezi cévním systémem matky (kotyledonem) a cévním systémem plodu (karunkula). Zpočátku je jejich struktura plná a vyvýšená, v pozdním stádiu březosti jsou placentou plošší. Při nedostatečné výživě má placenta tendenci růst do výšky a tím zpřístupnit plodu větší příjem živin (Kulovaná, 2002). Normální růst a vývoj plodu je závislý na normálním růstu a vývoji placentou (Baxte et al., 2016).

Mezi matkou a plodem dochází po celou dobu k fyziologické komunikaci, ta probíhá přes krev, která proudí placentou. Placenta je spojena s plodem pomocí dvou pupečnickových tepen a jedné pupečnickové žíly. Toto spojení zajišťuje plodu přívod živin a kyslíku a odsun zplodin metabolismu. Krevní řečiště matky a plodu jsou od sebe oddělena a nedochází k míšení krve. Výměna živin a kyslíku probíhá difuzí nebo jinými transportními mechanizmy v placentě. V krvi jsou obsaženy různé látky, např. krevní cukry, hormony. Placenta má imunologickou funkci a chrání plod před vstupem mikroorganismů a toxických látek. Přežvýkavci mají placentu synepitelochoriální která neumožňuje přestup mateřských protilátek, takže jsou mláďata odkázána na příjem protilátek v mlezivu (Toman a kol. 2009).

Zdroj energie pro plod je především glukóza a laktóza, které jsou pro matku běžně dostupné v krmivu a jsou dobře propustné skrz placentu. Pokud dojde k poklesu těchto látek, zdrojem se stanou ketolátky a neesterifikované mastné kyseliny. Tuhy a látky rozpustné v tucích (vitamíny A, D a E) jsou srze placentu prakticky nepropustné a proto jsou pro plod omezeny (Kulovaná, 2002).

Propustnost placenty se druhově liší. Struktura kotyledonové placenty je funkční překážkou pro některé hormony matky (Rousselat el., 2005). Zatímco pro steroidní hormony (jako glukokortikoidy a kortizol) je propustná, velké peptidové molekuly (ACTH) placentou neprojdou. Propustnost placenty klesá se zvyšující se molekulovou hmotností a s přítomností elektrických nábojů (Faber, 1992).

5.2 Neurohumorální komunikace

Mezi matkou a plodem neexistuje nervové spojení. Skrze placentu prochází některé hormony, které poté ovlivňují vývoj nervové soustavy plodu. Za normálních podmínek jsou neurony tvořeny podle časového plánu nervové struktury centrálního systému, který je vysoce konzervativní v rámci druhu. U přežvýkavců probíhá neurologický a neuroendokrinní vývoj plodu hlavně ve fetálním období. Během neurogeneze je vytvářen daný počet neuronů, který je následně přesunut k místu určení a vznikají axony a dendrity (Petit et al., 2015). Je pravděpodobné, že změny v morfologii neuronů plodu mohou být způsobeny hormony matky, které jsou buď v přebytku, nebo v dostatečném množství v kritickém období (Weinstock, 2011).

Kortizol matky přechází s krví skrze placentu difúzí a poté zasahuje do HPA osy plodu. Nervové spoje jsou zvláště citlivé na stresové hormony (glukokortikoidy, kortizol), které mohou ovlivnit odpověď organismu, sympatickou strukturu a uvolňování neurotransmiterů (Petit et al., 2015).

U přežvýkavců je HPA osa po narození téměř vyvinuta, i k nástupu smyslových funkcí dochází ještě před narozením (Roussel et al., 2005). Aktivita HPA osy matky může hrát důležitou roli při tvorbě nervového systému plodu a při odpovědi na stres v postnatálním životě potomka. Taková změna se může projevit v paměti, reakcích a chování v pozdějším životě potomků (Weinstock, 2011).

6 Prenatální stres

Pod pojmem prenatální stres se skrývají vlivy vnějšího prostředí, které na plod přímo či nepřímo působí. Mezi ty vlivy, které jsou ovlivňovány přímo, patří např. zvuk. Práce Vince et al. (1983) prokázala, že jehňata, která byla v prenatálním období vystavena hluku, byla při vystavení po narození v klidu, oproti skupině, která hluk v prenatálním období neslyšela. Nejcitlivější jsou podněty, které nejprve zpracovává a vyhodnocuje matka a poté, prostřednictvím hormonů, jsou přeneseny na plod. Jak se psalo už výše, komunikace mezi plodem a matkou je zprostředkována přes placentu, kam přináší krev potřebné látky a pomocí difúze se přenáší do krevního oběhu plodu.

U ovcí byla pozorována snadná placentální propustnost glukokortikoidů v poslední třetině gravidity (Weinstock, 2011). Právě v období poslední třetiny dochází k dovršení vývinu orgánových soustav a k intenzivnímu růstu. Pokud dojde k abnormálnímu chování mláďete v postnatálním životě, mohl by to být přímý důsledek přenosu mateřského kortizolu přes placenu, který ovlivňuje vývoj HPA osy plodu. Prenatálně stresovaná mláďata mají často vysokou hladinu kortizolu, což vykazuje odlišnou fyziologickou aktivaci HPA osy (Coulon et al., 2011).

Pokud je matka vystavena stresu, změní se průtok krve v děložních tepnách. To může způsobit nedostatek přítoku okysličené krve k plodu a uvolňování protizánětlivých cytosinů v placentální tkáni. To má za následek komplikace neurogeneze a způsobit degeneraci nervové soustavy a strukturu mozku (Petit et al., 2015).

Hladina glukokortikoidů může vysvětlovat spojitost s nízkou či vysokou porodní hmotností, metabolické a neurologické poruchy, nebo vysoký krevní tlak a velký vliv na prenatální vývoj mozku. Mezi nejčastěji pozorované systémy patří HPA osa. Důvodem toho je, že právě HPA osa je zodpovědná za reakci na stresor vyplavením určitého množství hormonů. Zvýšená hladina mateřských glukokortikoidů může ovlivnit vývoj HPA osy a vývoj chemických drah v embryonálním mozku. Tyto změny mohou mít dopad na strukturu mozku plodu a neuroendokrinní vývoj, zejména HPA osu. (Petit et al., 2015). Z tohoto důvodu, prenatální stres může mít různé neurotoxické účinky na morfologii fetálních mozkových neuronů v závislosti na dávce a době trvání přenosu kortizolu matky na plod (Roussel-Huchette et al, 2008).

6.1 Analýza prenatálního stresu

Mezi nejjednodušší a nejzákladnější měření patří porodní hmotnost, měření tepové frekvence potomka po narození, nebo vážení jednotlivých orgánů. Vážení orgánů se praktikuje minimálně.

Pro zjištění vlivu prenatálního stresu se často používají behaviorální testy, které vycházejí z principu učení a chování. Při testech se pozoruje vztah mezi prostředím a chováním zvířete, podle kterého se zjišťuje, proč určité chování vzniká. Privilegium těchto testů je to, že nám dokážou ukázat funkční změny CNS neinvazivní cestou, pouze pomocí změn chování (Pometlová a kol., 2012).

Behaviorálních testů je celá řada, proto jsou zde uvedeny ty nejpoužívanější při experimentech u hospodářských zvířat:

Název testu	Význam
Grooming	Pozorování péče a mateřského chování
Vokalizace	Počet, délka a opakování hlasového projevu
Nový objekt	Vystavení novému objektu (deštní, silniční kužel) ve známém prostředí
Nový prostor	První reakce jedince v novém prostředí
Sociální test	Přesunutí zvířete k nové skupině či jedinci
Pouto mezi matkou a mládětem	Procento stráveného společného času

Tabulka 1- Popis behaviorálních testů

Určité projevy chování při behaviorálních testech odrážejí vnitřní stav zvířete. Pokud zvíře běhá a vyhazuje, odráží to vnitřní motivaci k pohybu. Když zvíře v izolaci, nebo v přítomnosti nového předmětu, skáče do zdi, jde o pokus o útěk, tedy strach. Pokud v přítomnosti nového předmětu začne zvíře předmět očuchávat, jde o projevy průzkumného chování. Spojení chůze s hlasovým projevem ukazuje reakci stresu (Roussel-Huchette et al., 2008).

V těchto testech záleží na reakci jedince, na opakování této reakce a délce. Důležité je zaznamenání, v jakou dobu a na jak dlouhou dobu je zvíře testu vystaveno. Okolnosti testu musí být pro všechna zvířata stejná.

Behaviorální testy často fungují na principu odpovědi na nějaký stresující podnět. Do této reakce je zapojený nervový systém, především SAS a HPA osa. Nejspolehlivějším ukazatelem pro stanovení stresové zátěže je uvolňování hormonů, v našem případě glukokortikoidů. Kortizol ovlivňuje látkovou přeměnu cukrů, tuků, bílkovin a imunitního

systemu. Zvýšením hladiny glukózy v krvi nastartuje glukoneogenezi v játrech. Jeho sekrece je ovlivněna zpětnou odpovědí mozku. V případě časté stresové reakce dochází k nedostatečné regeneraci a ke zvětšení kůry nadledvin, které stále produkují kortizol. To způsobí sníženou citlivost hypotalamu na její zpětnou vazbu, nedokáže zastavit stresovou reakci a nadbytečně aktivuje sympatikus (Kittnar, 2011).

7 Stresory u hospodářských zvířat

Hospodářská zvířata se chovají kvůli produkci živočišných produktů. Pro co nejvyšší užitkovost je potřeba, aby zvířata byla v takových podmínkách, která jím působí minimální stres. Aby zvířata byla v co nejlepší psychické i fyzické pohodě, je nutné vytvořit takové podmínky, které odpovídají nejen jejich fyziologickým a etologickým potřebám, ale také humánním a etickým zásadám.

Mezi nejvíce stresově náročné události patří transport. V této situaci se zvířata dostávají do nových a pro ně neznámých prostorů. Nejčastěji dochází k transportu při přepravě na jatka, méně často při přemístění na jiné místo chovu. S transportem souvisí lidská manipulace, která může být pro některé skupiny žijící na pastvě často první. Naopak dojnice se s lidským kontaktem setkávají často. Proto záleží na typu manipulace, aby byl dojnícím co nejpříjemnější a nedocházelo ke stresovým situacím. Přežvýkavci jsou stádová zvířata, a proto oddělení, nebo přidání nového jedince do skupiny, působí negativně na jejich hierarchický žebříček a může docházet k soubojům. Další možnost, kdy se zvíře může dostat do stresu souvisí s krměním. U přežvýkavců je důležité si uvědomit, že nekrmíme zvíře samotné, ale i mikroorganismy v bачorové mikroflóře. V některých chovech se doporučuje změna stravy před porodem, aby se dosáhlo kvalitní laktace. To může způsobit změny ve vývoji plodu, protože v poslední třetině březosti dochází k nejintenzivnějšímu růstu. Při stájovém ustájení během březosti je důležité mikroklima. Zvířata jsou nejvíce náchylná na teplotu, která je pro březosti hůře regulovatelná, především u skotu (Stupka, 2013).

V přirozeném prostředí se musí zvířata vyrovnávat s nejrůznějšími stresory, které jsou typické pro jejich ekologickou niku. Musí se přizpůsobit meteorologickým podmínkám, predátorům, ale také potravě a jejímu opakujícímu se nedostatku. Tyto všechny faktory, zasahující do života matky, přímo ovlivňují i plod. (Velazquez-Moctezuma, 1993)

7.1 Transport

Transport zvířat se provádí většinou kvůli přemístění na jatka. Z tohoto důvodu se přeprava březích samic tolik netýká. Přeprava zvířat spadá pod zákon č. 246/1992 na ochranu zvířat proti týrání a to konkrétně pod vyhláškou č.4/2008 o ochraně zvířat při přepravě. Zvířata se nesmí přepravovat, pokud jde o březí zvířata, u nich již uplynulo 90% či více očekávané doby březosti. Březí krávy nemají přesně vymezenou definici při dopravě, spadají pod „těžký dospělý skot“ (nad 700 kg), kdy jejich plocha při přepravě je větší než 1,60 m²/ks. Oproti tomu vysokobřezí ovce a kozy mají danou plochu podle hmotnosti. Do 55 kg živé váhy je vymezená plocha 0,4 – 0,5 m²/ks a nad 55 kg je plocha nad 0,5 m²/ks.

Co se týká stresu, je během přepravy nevyhnutelný, protože se zvířata dostávají do neznámého prostředí a do stísněných podmínek. Během přepravy březích zvířat dochází k okamžitému zvýšení plazmatické koncentrace adrenalinu spolu s nárůstem kortizolu, který převládá po celou dobu přepravy (Duuvaux-Ponter et al., 2003). U přepravovaných březích koz hladina kortizolu při opakované přepravě klesala, což naznačuje návyk na tento stresor (Roussel et al., 2005). Při výzkumech behaviorálních testů se u mláďat často prokázalo odlišné chování od kontrolní skupiny. Prenatálně přepravovaná jehňata mají nižší motivaci k útěku od nových podnětů (Roussel-Huchette et al., 2008). U samic kůzlat se ukázala větší aktivita a sklon k prozkoumávání, oproti tomu samečci vykazovali známky úzkosti (Roussel et al., 2005). Také byla mláďatům naměřena zvýšená hladina fenyletanolamin-N-metyltransferázy (PNMT), který zajišťuje přeměnu noradrenalinu na adrenalin a úzce souvisí se SAM systémem, a také odpovídá za okamžitou fyziologickou reakci na stres (Roussel et al., 2005; Lay et al., 1997b).

Lay et al. (1997b) uvádí, že telata narozena přepravovaným kravám měla vyšší porodní hmotnost. Jejich hmotnost byla vyšší i při vážení v 266 dnech věku. Také hmotnost nadledvin, hypotalamu a hypofýzy byla vyšší než u kontrolní skupiny (Lay et al., 1997a). Výsledky prací na kozách jsou odlišné. Zatímco v jednom případě byla porodní váha nižší (Roussel et al., 2005) než u kontrolní skupiny, v druhém případě byla váha stejná (Duuvaux-Ponter et al., 2003), ale při pozdějším vážení byla vyšší než u kontrolní skupiny. V práci Roussel-Huchette et al. (2008) nebyly pozorovány žádné změny v porodní ani v pozdní váze potomků.

U hladiny bazálního kortizolu nejsou výsledky studií jednotné. Práce Roussel et al. (2005) poskytuje důkaz, že prenatální transport nemá vliv na koncentraci bazálního kortizolu.

Oproti tomu práce na jehňatech (Roussel et al., 2004), telatech (Lay et al., 1997b) a kůzlatach (Duuvaux-Ponter et al., 2003) bylo pozorováno zvýšení bazálního kortizolu. Lay et al. (1997b) ve své práci prokázal, že telata, která byla prenatálně stresovaná transportem, měla pomalejší clearaci kortizolu, než skupina, které byla injekčně podávána dávka ACTH. Existují i práce, které nenaměřily žádný rozdíl (Roussel-Huchette et al., 2008; Roussel et al., 2005).

Zvýšený kortizol napomáhá při vyrovnání s mírným stresem v postnatálním životě (Lay et al., 1997b). Je pravděpodobné, že účinky prenatálního stresu jsou způsobeny kortizolem, který prochází skrze placentu, mění vyvíjející se mozek a emocionální reaktivitu mláďete.

Tabulka níže nám zlepší orientaci ohledně měření vlivu stresu.

Druh	Porodní hmotnost	Pozdní vážení	Hladina kortizolu	Zdroj
Ovce	Bez rozdílů	Bez rozdílů	Bez rozdílů	Roussel-Huchette et al. 2008
Kozy	Nižší	-	Bez rozdílů	Roussel et al., 2005
Kozy	Bez rozdílů	Vyšší	Vysoká	Duuvaux-Ponter et al., 2003
Skot	Vyšší	Vyšší	Vysoká	Lay et al, 1997b

Tabulka 2- Vliv transportu na hmotnost a hladinu kortizolu

Během pokusů šlo vždy o transport v izolaci. I toto má určitý vliv na stres zvířete. Jelikož se přežvýkavci chovají ve skupinách a jsou zvyklí na přítomnost ostatních jedinců svého druhu, má i tento faktor určitý dopad na měření. Práce Roussel-Huchette et al. (2008) uvádí, že účinky prenatálního stresu u jedinců narozených přepravovaným samicím byly stejné jako u mláďat od samic stresovaných izolací.

7.2 Manipulace

Zvířata v zemědělství se s lidskou přítomností a manipulací setkávají již od narození. Ať se jedná o skupinové přemístění, nebo o individuální manipulaci kvůli ošetření a inseminaci. Komunikace mezi člověkem a zvířetem je velmi důležitá pro správné pochopení situace z obou stran. Zvířata s mléčnou užitkovostí se do kontaktu s člověkem dostávají častěji, než zvířata na maso. Proto by se dalo předpokládat, že typ manipulace ovlivní zpětnou reakci zvířete

U přežvýkavců je manipulace v období pozdní březosti vyjímečná, kdy záleží hlavně na systému chovu. U pastevních zvířat se může jednat o přehánku na jinou pastvu, což je proces, na který jsou zvířata většinou zvyklá. U mléčných zvířat je důležitá velikost skupiny. Pokud jde o velkou skupinu, oddělí se menší skupina samic se stejným obdobím gravidity. Malé skupinky se nerozdělují. Před porodem může být kráva oddělená od skupiny a přemístěna do individuální místnosti, kde s lidskou pomocí porodí (Stupka, 2013).

Výzkumy, zkoumající vliv typu manipulace, pracovaly na podobném principu, kdy rozdělili březí samice do dvou skupin. V každé skupině docházelo k odlišnému zacházení – v první k jemnému a ve druhé k nepříjemnému. U březích samic, se kterými bylo během březosti hrubě zacházeno, byla naměřena vysoká hodnota placentálního kortizolu (Hilde et al. 2011; Baxter et al., 2016; Lay et al., 1997b) a pozorovány morfologické změny na placentě, které mohou omezit přístup živin a kyslíku (Baxter et al., 2016). Výsledky týkající se porodní váhy se neshodují. V práci Hilde et al. (2011) nebyly nalezeny u ovcí rozdíly, ale po 24 hodinách byla váha u druhé skupiny vyšší, než u první a další vážení už nebyla znatelně rozdílné (Hilde et al., 2011). U krav byla naměřena vyšší porodní hmotnost (Lay et al., 1997b), ale nejednalo se o hrubé lidské zacházení, ale o situaci, kdy zvíře procházelo manipulačním zařízením. Při behaviorálních testech (s přítomností člověka) byly pozorovány změny chování mezi skupinami. Zatímco druhá skupina prokazovala averzivní chování v přítomnosti člověka, v první skupině byla mláďata vyrovnaná (Baxter et al., 2016; Coulon et al., 2011). V behaviorálních testech bez člověka, které měly řešit problém paměti spojené se strachem, neprokázaly žádné rozdíly mezi skupinami (Coulon et al., 2011). Výzkum také ukázal vliv na morfologii placenty, kdy byl menší počet kotyledonů u druhé skupiny (Baxter et al., 2016).

Výzkumné práce ukazují, že manipulace během březosti má vliv především na chování a vnímání potomka.

7.3 Omezení ve výživě

Výživa v období posledního trimestru je velmi důležitá, protože se jedná o období největšího růstu plodu. Šest týdnů před porodem má plod ovcí a koz pouze 25 % své tělesné váhy, pokud jde o dvojčata, mají 30 % své tělesné váhy (Valdová, 2002). U krav se váha plodu často liší plemenem, obecný průměr plodu v posledním trimestru gravidity je 40 % své tělesné váhy (Kupilovaná, 2002). Proto by měla být krmná dávka bohatá na živiny a především proteiny, které jsou pro plod zdrojem energie. Je důležité si uvědomit, že nejde jen o samotnou výživu plodu a matky, jsou tu i další orgány a orgánové soustavy, které potřebují živiny, aby správně prospívaly. Mezi takové patří například placenta, plodové obaly, několikanásobně narostlá děloha či mléčné žlázy.

Některé práce ukazují, že omezení ve výživě a podvýživa během březosti může mít negativní vliv na zdraví potomka. Proto je důležité nastavit takovou krmnou dávku, která bude odpovídat danému druhu a typu užitkovosti. Je potřeba zabezpečit dostatek kvalitního objemového krmiva, minerálních látek a vody. Často se přikrmuje jadrným krmivem, které je energetické a doplňuje chybějící složky. Důležitý je proteinový příjem živin, který je zdrojem glukózy pro plod a zvyšuje kvalitu mleziva (Kupilovaná, 2002). Správný poměr všech potřebných látek zabezpečí správnou komunikaci přes placentu, která je citlivá na propustnost určitých látek.

Podvýživa samic v období kolem početí mění endokrinní systém a metabolické reakce u potomků (Hernandez et al., 2009). Bahnice, které dostávaly 110 % krmnou dávku, rodila mláďata s vyšší porodní hmotností, než bahnice s nižší krmnou dávkou (Hashemi et al., 2008). Mláďatům, která byla narozena těmto kozám, byly naměřené stejné hodnoty kortizolu, jako u mláďat kontrolní skupiny. Oproti tomu u skotu dochází k vyšší porodní hmotnosti při nedostatku krmiva (Kulovaná, 2002). Je to z důvodu morfologických změn na placentě, kdy při nedostatku krmiva dochází k většímu růstu kotyledonů a tím se zlepší dostupnost živin. Tento druhotný rozdíl může být způsoben odlišným složením krmiva, jiným načasováním nedostatku, ale také typem užitkovosti, kdy se dojnému skotu dodávají krmné směsi a kozy jsou závislé spíše na objemovém krmivu.

Kůzlata, která trpěla během prenatalního vývoje nedostatkem krmiva, měla po narození vyšší příjem krmiva na den a sklon k rychlejšímu jedení (Laporte-Broux et al., 2012). Při zkoumání příjmu množství krmiva po roce byla tato měření znovu potvrzena. Také se ukázalo, že jsou

takto prenatalně stresovaná mláďata schopni aktivně mobilizovat své energetické rezervy a rostla podobným tempem, jako kontrolní skupina (Celi et al., 2008). To prokazuje, že snížená dávka přísunu energie, nenaruší metabolický ani hormonální profil mláděte, ba naopak ho může lépe připravit na postnatální život.

U koz i ovcí se často setkáváme s dvojčaty nebo trojčaty. Snížená krmná dávka u ovcí nemá vliv na porodní váhu potomků. Byly naměřeny jen odchylky mezi pohlavím a mezi jednočlennými vrhy a dvojčaty, ale žádné abnormální chování se nepotvrdilo (Hernandez et al. 2009). Dále byla naměřena vyšší hladina progesteronu u koz s více potomky než jedním (Hussain et al., 1996). Mláďata z trojčat, narozená matkám s menším příspěvkem pastviny, méně následovala matku a dostávala se později k vemenu, než trojčata narozená matkám s vyšším příspěvkem (Everett-Hincks et al., 2005).

Chov koz i ovcí je nejčastější na pastvách. Je to ekonomicky nejméně náročné a díky nízké poptávce po mase, mléce a dalších produktech (oproti skotu), není potřeba intenzivnější chov (Stupka, 2013). Ovšem i samotná kvalita trávy na pastvách má vliv na březí matku. Práce Everett-Hincks et al. (2005) ukázala, že tráva vyšší než 2 cm přispěla k lepší přežitelnosti vrhu o 4 %. Tato studie také ukázala, že příspěvek na pastvě měl větší vliv na chování jehňat, než na mateřské chování.

7.4 Izolace

V chovech přežvýkavců se většinou zřizuje skupinové ustájení. Individuální boxy jsou k dispozici při zdravotních problémech, pro matky s komplikovanými porody nebo pro plemeníky. Telata jsou po narození umístěna do venkovních individuálních boxů, kde jsou po celou dobu mléčné výživy. Do izolace se dospělá zvířata dostávají jen vyjímečně a to většinou kvůli veterinárnímu ošetření, inseminaci, nebo při izolované přepravě. Přežvýkavci jsou velmi společenská, proto není vhodné trvalé individuální ustájení (Skoupá, 2014). Izolovaně chovaný jedinec vykazuje známky psychického stresu, stereotypie, což se projevuje omezením příjmu krmiva i vody (Fantová a kol., 2000). Některé vědecké práce se shodují na tom, že sociální izolace u skotu má vliv nejen na chování jedince, ale také může mít vliv na široké spektrum tělesných orgánových systémů (Chen et al., 2015).

Co se týká prenatalně stresovaných potomků izolací, jsou zde rozporuplné výsledky. Byla potvrzena vyšší porodní hmotnost u telat (Lay et al., 1997b) a jehňat (Roussel et al., 2004), než u kontrolní skupiny, zatímco v práci Roussel-Huchette et al. (2007) byla porodní váha jehňat nižší, ale postupem času přibírala více, než kontrolní skupina. Stejně tak se liší naměřené hodnoty bazálního kortizolu u mláďat a s ním i výsledky behaviorálních testů. Některé experimenty prokázaly u ovcí (Roussel et al., 2004) zvýšenou hodnotu kortizolu. V těchto případech byla mláďata v behaviorálních testech aktivnější a to dokonce i po opakování testu v pozdějším věku. Naopak ve výzkumech na telatech (Lay et al., 1997b) byla hladina kortizolu nižší a u ovcí (Roussel-Huchette et al., 2007) hodnota naměřeného kortizolu nezměnila.

Druh	Porodní hmotnost	Hladina kortizolu	Zdroj
Telata	Vyšší	Nižší	Lay et al., 1997b
Jehňata	Vyšší	Vyšší	Roussel et al., 2004
Jehňata	Nižší	Stejná	Roussel-Huchette et al. 2007

Tabulka 3 – Vliv izolace na porodní hmotnot a hladinu kortizolu

Ve výzkumu Roussel-Huchette et al., (2007) porovnávali rozdíl vlivu stresu mezi transportovanými samicemi a samicemi vystaveným izolaci. Ačkoli se v obou případech účinek prenatalního stresu potvrdil, v případě izolace byly účinky mírnější. Je možné, že u izolovaných březích samic došlo k návyku na stresor, protože u nich byla naměřena i nižší hladina kortizolu u posledních měření.

7.5 Narušení skupiny

Zatímco ve volné přírodě seskupiny sdružují dobrovolně, v domácích chovech vznikají nucené skupiny. Ať ve volné přírodě, na pastvinách nebo v kravínech, vždy ve skupině přežvýkavců existuje hierarchie. Hlavou skupiny ovcí a koz je většinou vedoucí samice, v reprodukčním období ji může vyměnit dominantní samec (Skoupá, 2014). Skot je velmi sociální zvíře, dokážou žít ve smíšených stádech, různých věkových skupin a pohlaví. V každém případě ve stádě funguje hierarchie postavená na špičkových jedincích a vůdčích jedincích, kdy špičkoví jedinci jsou často nejrychlejší, například při nahánění do dojírny (Hauptman, 1972). Ve stádě se tvoří hierarchie podle zkušenosti, věku, hmotnosti, velikosti, kondice, příbuznosti, ale také rohatosti nebo užitkovosti. Pokud je u ovcí jedinec oddělen déle než měsíc, stádo ho nepřijme a musí se na svojí pozici znovu proboujet (Skoupá, 2014). Domestikace do jisté míry ovlivnila genetický základ populace skotu a s největší pravděpodobností i jeho sociální chování (Hauptman a kol., 1972).

Kůzlata z nestabilní skupiny prokázala pokus o útěk během sociálních behaviorálního a strávila více času v kontaktu s novým objektem a prokázala větší projevy agresivního chování u kůzlat, ale nepotvrdila se žádná odlišnost v porodní hmotnosti, růstu a hladiny kortizolu (Andersen et al., 2008).

Vyšší hustota ustájení má vliv na chování potomka, jedná se především o strach a o vysokou sociální motivaci (Averos et al., 2015; Chojnacki et al., 2014). Kozy chované při vyšší hustotě ukázaly více útočného a obranného chování. (Vas et al., 2013). Při měření hladiny kortizolu u potomků se ukázala nižší koncentrace u mláďat z nestabilních skupin, oproti jedincům ze stabilních skupin (Andersen et al., 2008). Závěrem práce Vas et al. (2013) je, že vyšší frekvence agonistického chování je již při 2 m²/zvíře.

V chovu skotu záleží na typu užitkovosti. U mléčné produkce, kdy se jedná převážně o velkochovy, se doporučuje ustájení krav měsíc před porodem v menší skupince (cca 10ks), aby se zabránilo narušení skupiny a tím i možnému stresu. Tato skupina se nedoplňuje, když se některá z krav otelí a ponechává se až do otelení poslední krávy. V případě masné produkce jsou stáda celoročně venku v ohradách, popřípadě jsou přes zimu ve stájích. Proto nedochází k žádné cílené manipulaci během březosti. Stejně jako u masného skotu, tak u chovu ovcí a koz je malá potřeba péče v období březosti, kdy záleží často na plemeni (Stupka, 2013).

7.6 Tepelný stres

Všichni přežvýkavci mají předžaludky. Jejich bachor obsahuje mikrofloru a mikrofaunu, díky její pomoci dokáže rozkládat vlákninu. Tento proces zahrnuje velký výdej metabolického tepla. Ačkoli termoregulace přežvýkavců je dobře vyvinutá, není dostačující, pokud je zvíře chováno pro mléko. Důvodem je především teplo vznikající v těle jako vedlejší produkt energetického metabolismu (West, 2003), které je způsobeno intenzitou chovu. Nejen u mléčného skotu je pozdní březost kritickým obdobím pro růst a vývoj plodu. Faktory prostředí, jako je teplota prostředí či přímé světlo, mají dramatický vliv na produkci, zdraví a pohodu zvířete (Tao and Dahl, 2013). Zatímco masný skot, ovce a kozy jsou primárně chovány venku v ohradách, mléčný skot je chován v kravínech. I u nich může dojít k přehřátí vlivem vnějších faktorů, pokud nemají dostatečné množství přístřešků či stínu, nebo nedostatek vody. V České republice nejsou halové velkochovy koz ani ovcí a jejich chov není tak intenzivní jako u skotu (Stupka, 2013).

V Austrálii se prováděly studie v oblasti tepelného stresu u ovcí. McVrabb and Bortolussi (1996) použili stádo březích ovcí (ve třetím trimestru), které bylo rozděleno podle rektální teploty do dvou skupin: s nízkou tělesnou teplotou (LBT low body temperature) pod 39,9°C a s vysokou tělesnou teplotou (HBT high body temperature) nad 39,9°C. Obě stáda měla stejný počet jedinců a stejné venkovní podmínky. Hmotnost placenty u LBT bahnic byla o něco málo vyšší než u HBT. Velikost a hmotnost potomků byla u HBT ovcí o trochu nižší než u LBT ovcí. V pozdním vážení byla váha potomků v obou skupinách stejná.

S tepelným stresem souvisí především pokles produkce mléka a větší citlivost v období březosti, která může vést až k potratu (Tao and Dahl, 2013). Při vrcholu laktace je metabolická produkce tepla až dvakrát vyšší než u krav stojících na sucho (West, 2003). Během březosti a při porodu je metabolická produkce tepla nižší než při laktaci, ale endokrinní systém krávy je citlivější a na mírný tepelný stres. Tepelný stres má během pozdní březosti velký dopad na krávu, dochází na narušení imunitní funkce, má negativní vliv na vývoj mléčných žláz a na začátek laktace i na následující laktace (Tao and Dahl, 2013).

Tepelně stresované zvíře vykazuje zrychlené dýchání, nechut' k jídlu a pocení. Pomocí odběru krve a naměřením kortizolu lze zjistit, jak velké bylo zasažení do organismu. To vede ke změnám metabolismu, narušení činnosti štítné žlázy, změnami v laktaci, zvýšeným výskytem onemocnění a zhoršené reprodukční schopnosti (Tao and Dahl, 2013).

Je obecně známé, že plod má vyšší tělesnou teplotu než matka. U koz a ovcí je teplota během pozdní březosti vyšší přibližně o 0,6°C (Laburn et al., 2003). Informace týkající se teploty plodu skotu nejsou přesně dohledatelné. Ví se, že čím je vyšší rektální teplota u novorozeného telete po narození, tím vyšší tělesnou teplotu mělo tele v děloze matky (Vernon and Pond, 1997). Výměna tepla mezi plodem a matkou je zprostředkováno skrze krevní oběh placenty. Právě zvýšení tělesného tepla má vliv na sníženou cirkulaci placentálních hormonů, jako jsou laktogeny a glykoproteinů. To ovlivňuje imunitní systém, růst a metabolismus v prenatálním i postnatálním vývoji (Tao and Dhal, 2013). Plod má také dvakrát vyšší rychlost metabolismu, která vytváří velké množství tepla a podílí se na vyšší tělesné teplotě plodu i matky (Laburn et al., 2003). Mateřský tepelný stres, během poslední třetiny březosti, ohrožuje vývoj placenty, růst plodu a jeho imunitní systém (Tao and Dhal, 2013).

8 Souhrn vlivu prenatálního stresu

8.1 Placenta

Studie Baxter et al. (2016) se zaměřila na vliv prenatálního stresu na morfologické změny placenty. U stresovaných březích samic byla placenta těžší, také počet a velikost kotyledonů byla odlišná od kontrolní skupiny. Byl také prokázán vliv na sekreci kortizolu z kotyledonů, který byl opačný oproti kontrolní skupině – malé kotyledony vylučovaly méně kortizolu a velké kotyledony více kortizolu. Tyto výsledky naznačují, že prenatální stres může urychlit morfologické změny, které zvýší prokrvení pro větší průchod živin pro plod.

McCrabb and Bortolussi (1997) ve své práci pozorovali vliv teploty na rozvoj a váhu placenty. Jejich výzkum potvrdil, že samice vystavené po delší dobu tepelnému stresu měly váhu placenty nižší. To naznačuje, že došlo ke sníženému buněčnému dělení. Jestliže se zmenší placentální plocha, může dojít k nižšímu průtoku krve a tím k deficitu vývoje plodu a snížení růstu.

8.2 Kortizol

Na čem se většina prací shoduje, je zvýšená hladina kortizolu. Ovšem je rozdíl, pokud jde o placentální nebo krevní kortizol. Hodnota naměřená placentálního kortizolu nemusí odpovídat kortizolu v krvi potomka. Kortizol je hormon kůry nadledvin, který je vylučován po vystavení stresu. Nadledviny jsou spojeny s komplexem HPA osy, která zodpovídá za reakci na stres a funguje na principu zpětné vazby. Pokud je tohoto hormonu v období březosti nadbytek, je možnost, že se kortizol dostane do krevního oběhu potomka, protože je propustný skrze placentu.

Narušení normální koncentrace kortizolu může mláděti pomoci při vyrovnání se s mírným stresem. Dojde-li k dlouhodobému vystavení stresu a tím i dlouhodobému zvýšení koncentrace kortizolu v plazmě, můžou se projevit škodlivé účinky na metabolismu, mozkou, nebo imunitním systémem (Lay et al., 1997b).

Výzkum Roussel et al. (2004) měřil hladinu krevního kortizolu ve věku 25 dnů a v 8 měsících po porodu. Zatím co v 25 dnech byla koncentrace vyšší než u kontrolní skupiny, v 8 měsících nebyl rozdíl. Z toho by se dalo usoudit, že matka prenatálně připravuje potomka do prostředí, ve kterém bude žít, ale jen po určitou dobu.

8.3 HPA osa a SAM systém

Jakmile je organismus vystaven stresu, jako první dojde k vyhodnocení od hypotalamu, který dá signál jak do SAM systému tak do HPA osy. SAM systém je velmi rychlý komplex, který jako první zvýší tonus sympatiku a sekreci adrenalinu z dření nadledvin. HPA osu lze aktivovat dvěma způsoby – při aktivaci SAM, nebo informací od sensorické oblasti kůry. Zapojí sekreci kortikoliberin hypotalamem, který zahájí sekreci ACTH z adenohipofýzy a způsobí sekreci kortizolu z kůry nadledvin (Kittnar, 2011).

Zvýšení aktivity PNMT enzymu (fenyletanolamin N-methyltransferázy, který převádí noradrenalin na adrenalin) byla naměřena u prenatalně stresovaných mláďat. To může být důsledkem nadměrné reaktivity SAM systému (Roussel et al., 2005). Ovšem měření SAM systému je velmi složité, protože jeho reakce je nervová - velmi rychlá. V některých případech může být SAM více postižený než HPA osa, protože aktivita adrenalinu je spolehlivější než opatření kortizolu (Baxter et al., 2011).

HPA osa funguje na principu zpětné vazby. Zpětná vazba může být pozitivní (reakce buněk žlázy se zvyšuje) nebo negativní (reakce buněk žlázy se snižuje). Prenatální stres může na základě reakce HPA osy matky způsobit zvýšení uvolňování kortikoliberinu, adrenalinu nebo kortizolu z placenty (Weinstock, 2001). Tohle všechno jsou hormony, které se podílejí na odpovědi stresové reakce.

8.4 Behaviorální testy

Výsledky behaviorálních testů mláďat často odpovídaly jejich prenatalním stresorům. Například jehňata, která byla prenatalně stresována přepravou, vykazovala v behaviorálních testech odvážnější a zvědavější chování (Roussel-Huchette et al., 2008). Mláďata, která během březosti měla sníženou krmnou dávku, se rodila s normální porodní hmotností, přes to měla tendence k rychlejšímu příjmu potravy (Laporte-Broux et al., 2012). Březí ovce byly vystaveny hrubému lidskému zacházení, jejich potomci byli v přítomnosti člověka vystrašení a měli tendenci k útěku (Coulon et al., 2011). V případě nestabilní sociální skupiny v prenatalním období mají mláďata tendenci v behaviorálních testech utíkat od svých vrstevníků (Andersen et al., 2008).

9 Závěr

Jak je vidět, mnoho prací potvrzuje vliv prenatálního stresu po narození. V některých případech šlo o narušení morfologického vývoje placenty, o vyšší porodní hmotnost, zvýšenou koncentraci kortizolu a rozdílné chování oproti kontrolním skupinám. Tato tvrzení se nejčastěji odrážejí od behaviorálních testů, kterým byla prenatálně stresovaná mláďata vystavená. Závěrem těchto studií je, že prenatální stres má vliv na některé vývojové chování potomka, které se často odráží v jejich životních podmínkách. Ve většině případů se jednalo o ovlivnění, kdy se mláďata dokázala vyrovnat s určitými situacemi. Prenatální stres v krátkých intervalech může být pro vývoj přežvýkavců pozitivní (Roussel-Huchette et al., 2008). Další faktor, který ovlivňuje účinek prenatálního stresu, je míra stresu. Ve všech zmíněných experimentech na hospodářských zvířatech docházelo k mírnému vystavení stresu. Ve výzkumech na laboratorních zvířatech byla zvířata vystavena dlouhodobému a intenzivnímu stresu, proto i výsledek byl výraznější (Braastad, 1998). V případě laboratorních zvířat musíme brát v úvahu, že jde o jiný druh i řád. Jejich prenatální vývoj, typ placenty a životní strategie je jiná. Proto výsledky laboratorních a hospodářských zvířat nemusí být srovnatelné.

Také záleží na období, kdy je plod stresu vystaven. Reakce na stresor je závislá na neurohumorálním systému, který se nejintenzivněji vyvíjí v poslední třetině březosti a je ovlivnitelný mateřským kortizolem. Proto abnormálního chování pravděpodobně závisí na načasování stresu matky v souvislosti s vývojem jednotlivých nervových systémů (Weinstock, 2011). Práce, které studovaly vliv prenatálního stresu a porovnávaly vliv i v pozdním věku (do 1 roku), ukázaly, že naměřené zvýšené či snížené hodnoty (ať se jednalo o hmotnost, kortizol či tepovou frekvenci) se vyrovnaly s výsledky kontrolní skupiny (Roussel et al., 2004).

Každý stresor působí na jedince odlišně. Některé situace mohou být méně stresující, než jiná. Například účinky prenatálního stresu na mláďata, narozená transportovaným matkám, byly znatelnější, než u mláďat prenatálně stresovaných izolací (Roussel-Huchette et al., 2008). Také záleží na individuální citlivosti matky na stresor. V práci Coulon et al. (2015) se ukázalo, že samice s vyšší náchylností na sociální izolaci, měly potomky, kteří měli vyšší emocionální reaktivitu. Oproti tomu samice, kterým nedělalo problém být v izolaci, měly potomky, kteří neměli výrazný problém s oddělením od skupiny.

Vědecké práce potvrdily vliv prenatálního stresu na potomka. Vždy se jednalo o výzkum několik týdnů nebo měsíců po narození. Studie u laboratorních zvířat, nebo lidí, potvrdily vliv prenatálního stresu i v pozdní dospělosti (Braastad, 1998). Proto by stálo za zjištění, jaký má dopad prenatální stres v dospělosti. Také je dobré si uvědomit, že díky prenatálnímu stresu můžeme potomka připravit na postnatální život a na situace, do kterých se v chovech dostává. Proto je dobré si uvědomit, že v březosti se nestaráme jen o matku, ale také tím ovlivňujeme vývoj a vnímání potomka.

10 Zdroje

- Andersen I.L., Roussel, S., Ropstad, E., Braastad, B.O., Steinheim, G., Janczak, A.M., Jørgensen, G.M., Bøe, K.E. 2008. Social instability increase aggression in goats but with minor consequences for the goats' growth, kid. *Applied Animal Behaviour Science* 114, p. 132 – 148.
- Averos X., Marchewka J., Heredia I.B., Zanella A.J., Ruiz R. Estevez I., 2014. Space allowance during gestation and early maternal separation: Effects on the fear response and social motivation of lamb. *Applied Animal Behaviour Science* 163, p. 98 – 109.
- Bartůňková, S. 2010. *Stres a jeho mechanismy*. Karolinum, Praha. 137 s. ISBN 978-80-246-1874-6.
- Baxter E.M, Mulligan J., Hall S.A., Donbavand J.E., Palme R., Aldujaili E., Zanella A.J., Dwyer C. M. 2016. Positive and negative gestational handling influences placental transfer and mother-offspring behavior in dairy goats. *Physiology and Behavior* 157, p 129 – 138.
- Boland T.M., Brophy P.O., Callan J.J., Quinn P.J., Nowakowski P., Crosby T.F. 2005. The effect of mineral supplementation to ewes in late pregnancy on colostrum yield and immunoglobulin G absorption in their lambs. *Livestock Production Science* 97, p. 141 – 150.
- Braastad B.O. 1998. Effects of prenatal stress on behaviour of offspring of laboratory and farmed mammals. *Applied Animal Behaviour Science* 61, p. 159-180.
- Bucek P., Kvapilík J., Kolbl M., Milerski M., Pindřák A., Mareš V., Konrád R., Roubalová M., Škaryd V., Dianová M., Krupová Z., Krupa E., Michaličová M. 2015. *Ročenka CHOV OVCÍ A KOZ V ČESKÉ REPUBLICE*. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2014. Praha.
- Cannon, W. B. 2014. *Moudrost těla*. Pragma. Praha. 343 s. ISBN: 978-80-7349-333-2.
- Celi P., Di Trana A., Claps S. 2008. Effects of perinatal nutrition on lactational performance, metabolite and hormonal profiles of dairy goats and respective kids. *Small Ruminant Research* 79, p. 129 – 136.
- Coulon M., Hild S., Schroeder A., Janczak A.M., Zanella A.J. 2011. Gentle vs. Aversive handling of pregnant ewes: II. Physiology and behavior of lamb. *Physiology and Behavior* 103, p. 575 – 584.
- Coulon M., Nowak R., Anderson S., Petit B., Lévy F., Boissy A. 2015. Effects of Prenatal Stress and Emotional Reactivity of the Mother on Emotional and Cognitive Abilities in Lambs. *Developmental Psychobiology* 5, p. 1 - 11.
- Cungi CH., *Jak zvládat stres*. Portál s.r.o. 2001. Praha. 203 s. ISBN 80-7178-465-6.
- Česko. Zákon č. 246 ze dne 15. dubna 1992 o ochraně zvířat proti týrání. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992. částka 50. S 1284-1290. Dostupné také z www.mvcr.cz/soubor/sb133-08-pdf.aspx

- Duvaux-Ponter, C., Roussel, S., Tessier, J., Sauvant, D., Ficheux, C., Boissy, A. 2003. Physiological effects of repeated transport in pregnant goats and their offspring. *Animal Research* 52, p. 553– 566.
- Everett-Hincks J.M., Blair H.T., Stafford K.J., Lopez-Villalobos N., Kenyon P.R., Morris S.T. 2005. The effect of pasture allowance fed to twin- and triplet-bearing ewes in late pregnancy on ewe and lamb behaviour and performance to weaning. *Livestock Production Science* 97, p. 253 – 266.
- Fantová, M., Kacerovská L., Malá, G. 2000. *Chov koz. Brázda*. Praha. 192 s. ISBN 80-209-0290-2
- Fameli, M., Kitraki, E., Stylianopoulou, F. 1994. Effects of hyperactivity of the maternal hypothalamic–pituitary–adrenal HPA axis during pregnancy on the development of the HPA axis and brain monoamines of the offspring. *Int. J. Dev. Neurosci* 12, p. International Journal of Developmental Neuroscience 651–659.
- Faber, J.J., Thornburg, K.L., Binder, N.D. 1992. Physiology of placental-transfer in mammals. *American Zoologist* 32, p. 343–354.
- Hauptmann, J., Čumlivski B., Dušek J., Hájek J., Knap J., Košář K., Kovalčík K., Markovi P., Pytloun J.: 1972. *Etologie hospodářských zvířat*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 294 s.
- Hashemi M., Zamiri M.J., Safdarian M. 2008. Effect of nutritional level during late pregnancy on colostrum production and blood immunoglobulin levels of Karakul ewes and their lambs. *Small Ruminant Research* 75, p. 204 – 209.
- Hernandez C.L., Matthews L.R., Oliver M.H., Bloomfield F.H., Harding J.E. 2009. Effects of sex, litter size and periconceptional ewe nutrition on the ewe-lamb bond. *Applied Animal Behaviour Science* 120, p. 76 – 83.
- Hild S., Coulon M., Schroeder A, Andersen I.L., Zanella A.J. 2011. Gender vs. Aversive handling of pregnant ewes: I. Maternal cortisol and behavior. *Physiology and Behavior* 104, p. 384 – 391.
- Hussain Q., Ropstad E., Andersen O., 1996. Effects of type and quality of roughage and energy level on plasma progesterone levels in pregnant goats. *Small Ruminant Research* 21, p. 113 – 120.
- Chen Y., Arsenault R., Napper S., Griebel P. 2015. Models and Methods to Investigate Acute Stress Responses in Cattle. *Animals* 5, p. 1268-1295.
- Chojnacki R.M., Inger J.V. Andersen I.L. 2014. The Effects of Prenatal Stocking Densities on The Fear Responses and Sociality of Goat (*Capra hircus*) Kids. *Department of Animal and Aquacultural Science* 9, p. 1-8.
- Joshi Vinay. 2005. *Stres a zdraví*. Portál. Praha. 156 s. ISBN 978-80-7367-211-9
- Kittnar, O. 2011. *Lékařská fyziologie*. Grada. Praha. 800 s. ISBN: 978-80-247-3068-4.
- Křivohlavý J. *Psychologie zdraví*. 2001. Portál, s.r.o. Praha. 273 s. ISBN 80-7178-744-4.

Kulovaná E., Krmné dávky a systémy krmení dojníc. Naše chovy [online]. 2001 [cit. 2016-24-03]. Dostupné z <<http://naschov.cz/krmne-davky-a-systemy-krmeni-dojnic/>>

Kupilovaná E. Výživa březích krav a krav před porodem. Naše chovy [online]. 2002 [cit. 2016-12-02]. Dostupné z <<http://naschov.cz/vyziva-brezich-krav-a-krav-pred-porodem/>>

Kvapilík J., Růžička Z., Bucek P. 2015. Ročenka CHOV SKOTU V ČESKÉ REPUBLICĚ. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2014. Praha.

Laburn, H. P., D. Mitchell, and K. Goelst. 1992. Fetal and maternal body temperatures measured by radiotelemetry in near-term sheep during thermal stress. *Journal of Applied Physiology* 72. p. 894–900.

Laporte-Broux B., Duvaux-Ponter Ch., Roussel S., Promp J., Chavatte-Palmer P., Ponter A.A. 2010. Restricted feeding of goats during the last third of gestation modifies both metabolite parameters and behaviour. *Livestock Science* 138, p. 74 – 88.

Laporte-Broux B., Roussel S., Ponter A.A. Giger-Reverdin S., Camous S., Chavatte-Palmer P., Duvaux-Ponter Ch. 2012. Long-term consequences of feed restriction during late pregnancy in goat on feeding behavior and emotional reactivity. *Physiology and Behavior* 106, p. 178 – 184.

Lazarus Arnold A., Lazarus Clifford N. 2004. 101 strategií jak se nezbláznit. Portál. Praha. 107 s. ISBN 80-7178-834-1.

Lay D.C., Randel R.D., Friend T.H., Carroll J.A., Welsh T.H., Jenkins O.C., Neuendorff D.A., Bushong D.M., Kapp G.M. 1977a. Effects of prenatal stress on the fetal calf. *Domestic Animal Endocrinology* 14(2), p 73 – 80.

Lay, D.C., Randel, R.D., Friend, T.H., Jenkins, O.C., Neuendorff, D.A., Bushong, D.M., Lanier, E.K., Bjorge, M.K. 1977b. Effects of prenatal stress on suckling calves. *Journal Animal Science* 75, p. 3143–3151.

Marvan, F., Hampl, A. 2011. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda. Praha. 303 s., 303 s. ISBN: 978-80-213-2188-5.

McCrabb G.J., Bortolussi G. 1996. Placental growth and the ability of sheep to thermoregulate in hot environment. *Small Ruminant Research* 20, p. 121 – 127.

Petit B., Boissy A., Zanella A., Chaillou E., Andanson S., Bes S., Lévy F., Coulon M. 2015. Stress during pregnancy alters dendritic spine density and gene expression in the brain of new born lamb. *Behavioural Brain Research* 291, p 155 – 163.

Pometlová M., Nohejlová K., Šlamberová R. 2012. Některé problémy behaviorálního testování. *Československá fyziologie* 61, č. 2, s 45 – 50.

Price, E. O. 2002. *Animal domestication and behavior*. CABI Public New York. x, 297 p. ISBN: 0-85199-597-7.

Reece, W. O. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 1. české vyd. Grada. Praha. 473 s. ISBN: 978-80-247-3282-4.

- Roussel S., Boissy A., Hemsworth P.H., Duvaux-Ponter C. 2005. Gender specific effects of prenatal stress on emotional reactivity and stress physiology of goat kids. *Hormones and Behavior* 47, p. 256 – 266.
- Roussel S., Hemsworth P.H., Boissy A., Duvaux-Ponter C. 2004. Effects of repeated stress during pregnancy in ewes on the behavioural and physiological responses to stressful events and birth weight of their offspring. *Applied Animal Behaviour Science* 85, p. 259 – 276.
- Roussel-Huchette S., Hemsworth P.H., Boissy A., Duvaux-Ponter Ch. 2008. Repeated transport and isolation during pregnancy in ewes: Differential effects on emotional reactivity and weight of their offspring. *Applied Animal Behaviour Science* 109, p. 275 – 291.
- Selye H. M.D., Ph.D., D.Sc., F.R.S.C. 1950. Stress and The General Adaptation Syndrome. *JSTOR. British Medical Journal* 17. p. 1383 – 1392.
- Skoupá, L. 2014. *Začínáme s chovem ovcí a koz*. Brázda. Praha. 102 s. ISBN: 978-80-209-0406-5.
- Stupka, R. 2013. *Chov zvířat*. Powerprint. Praha. 289 s. ISBN: 978-80-87415-66-5.
- Tao S., Dahl G.E. 2013. *Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cow and their calves*. *J. Dairy Science* 96, p. 4079 – 4093.
- Toman M. 2009. *Veterinární imunologie*. Grada Publishing, a.s. 2009. 392 s. ISBN 978-80-247-2464-5.
- Vas J., Chojnacki R., Kjoren M.F., Lyngwa Ch., Andersen I.L. 2013. Social interactions, cortisol and reproductive Access of domestic goats (*Capra hircus*) subjected to different animal densities during pregnancy. *Applied Animal Behaviour Science* 147, p. 117 – 126.
- Velazquez-Moctezuma, J., Salazar E.D., Rueda, M.L.C. 1993. The effect of prenatal stress on adult sexual behavior in rats depends on the nature of the stressor. *Physiology & Behavior* 53, p. 443– 448.
- Vince M.A., rmitage A.E., Walser E.S., Reader M. 1982. Postnatal Consequences of Prenatal Sound Stimulation in the Sheep. *Behaviour* 8, p 128 – 139.
- Valdová V. *Výživa ovcí*. Svaz chovatelů ovcí a koz. Česká republika [online]. 2002 [cit. 2016-12-02]. Dostupné z <<http://www.schok.cz/clanek/vyziva-ovci>>
- Vernon, R. G., and G. M. Pond. 1997. Adaptations of maternal adipose tissue to lactation. *J. Mammary Gland Biology Neoplasia* 2, p. 231–241.
- Weinstock, M., 1997. Does prenatal stress impair coping and regulation of hypothalamic–pituitary–adrenal axis?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 21, p. 1–10.
- West, J. W. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86, p. 2131–2144.