

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2010**

**EVA CEDIDLOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav chovu a šlechtění hospodářských zvířat**



**Analýza reprodukčního cyklu samic nosorožce tuponosého**  
**(*Ceratotherium simum simum*)**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:  
prof. Ing. Ladislav Máchal, DrSc.

Vypracovala:  
Eva Cedidlová

Brno 2010

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Analýza reprodukčního cyklu samic nosorožce tuponosého (*Ceratotherium simum simum*) vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

dne 29. dubna 2010

podpis studenta .....

Na tomto místě bych chtěla poděkovat prof. Ing. Ladislavu Máchalovi DrSc. za odborné vedení a cenné připomínky v průběhu zpracování bakalářské práce, Ing. Romanu Horskému za možnost vykonávat odbornou praxi a odběr vzorků v ZOO Zlín, A. Prof. Dr. Franz Schwarzenbergerovi z Univerzity veterinárního lékařství ve Vídni za provedení hormonální analýzy a poskytnutí výsledků a komentářů k dané problematice, Mgr. Tomáši Přikrylovi PhD. za odborné konzultace a rady při zpracování této bakalářské práce, ošetřovatelům v ZOO Zlín za trpělivost a v neposlední řadě Zoologické zahradě ve Zlíně za možnost pracovat s tak krásnými a charismatickými zvířaty jako jsou nosorožci tuponosí.

## ABSTRAKT

Existuje stále málo omezených informací týkajících se reprodukčního cyklu samic nosorožce tuponosého (*Ceratotherium simum simum*). Navíc jsou existující data často protichůdná. V této práci byl analyzován reprodukční cyklus dvou samic nosorožce tuponosého ze Zoologické zahrady ve Zlíně. Abychom mohli charakterizovat reprodukční vlastnosti pozorovaných zvířat, byly sbírány v časovém intervalu od června do října 2009 vzorky jejich výkalů, a to dvakrát týdně. Vzorky byly zamraženy na  $-20^{\circ}\text{C}$  a následně odeslány do laboratoře ve Vídni k analýze. Metodou EIA byla sledována hormonální hladina imunoreaktivních 20-oxopregnanů, jejichž hodnoty ukazují na probíhající či neprobíhající luteální fázi. Pro zařazení zvířat dle pravidelnosti a délky estrálního cyklu a množství hormonů ve vzorcích byla použita klasifikace podle Schwarzenbergera a kol. (1998). Vzhledem ke krátkodobému sledování (4 měsíce) je obtížné interpretovat reprodukční stav těchto zvířat. Na základě získaných dat lze u obou samic prokázat probíhající luteální aktivitu. Pro rozšíření datového souboru s výhledovou možností nových výsledků je pokračováno ve sběru vzorků výkalů.

**Klíčová slova:** nosorožec tuponosý jižní, *Ceratotherium simum simum*, reprodukce, luteální aktivita, 20-oxopregnan

## ABSTRACT

There is still very little relevant information about the reproductive cycle of white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). In addition, the existing data are often conflicting. The reproductive cycle of two females of white rhinoceros, kept in the zoological garden in Zlín, was analyzed in this study. To characterize the reproductive traits of two observed females, faecal samples were collected in the period from June until October 2009, two times a week. The samples were frozen immediately after collection at  $-20^{\circ}\text{C}$  and then shipped to Vienna for analysis. Hormonal levels of immunoreactive 20-oxo-pregnanes, which are used to identify the current luteal phase, were measured by means of EIA (Enzyme Immuno Assay). The classification proposed by Schwarzenberger *et al.* (1998) was used to categorize the animals according to their faecal hormonal levels, periodicity and oestrous cycle length. Due to a short period of study (four months) it is difficult to interpret the reproductive potential of these females. Based on the data obtained in both females, we can confirm the ongoing luteal activity. To extend the data set and obtain some new data the faeces are still being collected.

**Keywords:** southern White rhinoceros, *Ceratotherium simum simum*, reproduction, luteal activity, 20-oxopregnane

# OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	13
<b>2 CÍL PRÁCE</b> .....	16
<b>3 LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	17
<b>3.1 Samičí pohlavní soustava</b> .....	17
3.1.1 Vnitřní pohlavní orgány .....	17
3.1.1.1 Vaječnky ( <i>ovaria</i> ). .....	17
3.1.1.2 Vejcovod ( <i>oviductus</i> ). .....	20
3.1.1.3 Děloha ( <i>uterus</i> ). .....	20
3.1.2 Zevní pohlavní orgány .....	21
3.1.2.1 Pochva a poševní předsíň ( <i>vagina et vestibulum vaginae</i> ).....	21
3.1.2.2 Vulva ( <i>vulva</i> ).....	22
<b>3.2 Pohlavní cyklus</b> .....	22
3.2.1 Proestrus- období přípravy k říji.....	23
3.2.2 Estrus- období vlastní říje. ....	24
3.2.2.1 Ovulace.....	25
3.2.3 Metestrus- období po říji. ....	26
3.2.4 Diestrus- období mezi říjemi.....	26
<b>3.3 Faktory ovlivňující plodnost zvířat</b> .....	27
3.3.1 Vnitřní (endogenní) faktory .....	27
3.3.1.1 Dědičnost.....	27
3.3.1.2 Dědivost ( <i>heritabilita</i> ).....	28
3.3.2 Vnější (exogenní) faktory .....	29
3.3.2.1 Výživa .....	29
3.3.2.2 Bioklimatické vlivy .....	31
3.3.2.3 Sluneční záření, světlo a fotoperiodismus .....	31
3.3.2.4 Teplota.....	32

3.3.2.5 Mikroklima .....	32
3.3.2.6 Technologie ustájení .....	33
<b>3.4 Detekce říje a její metody .....</b>	<b>33</b>
3.4.1 Vizuální detekce říje.....	35
3.4.2 Neautomatizované prostředky k detekci říje .....	36
3.4.2.1 Tlakové detektory vzeskoku umístěné na pánvi krávy .....	36
3.4.2.2 Prubíř, androgenizovaná kráva se značkovacími pomůckami či bez nich.....	36
3.4.2.3 Nepřetržitý videozáznam stáda .....	37
3.4.3 Automatizované a telemetrické prostředky k detekci říje .....	37
3.4.3.1 Změny elektrického odporu tkání reprodukčního ústrojí .....	37
3.4.3.2 Tlakové senzory pro určení reflexu nehybnosti .....	37
3.4.3.3 Pedometry.....	37
<b>3.5 Reprodukce samic nosorožce tuponosého (<i>Ceratotherium simum simum</i>).....</b>	<b>38</b>
3.5.1 Morfologie samičího reprodukčního traktu.....	38
3.5.2 Reprodukční cyklus.....	40
3.5.3 Reprodukční chování.....	42
3.5.4 Březost .....	42
<b>4 MATERIÁL A METODIKA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Pozorovaná zvířata .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2 Prostředí.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3 Odběr vzorků .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Analýza vzorků a sledovaný hormon .....</b>	<b>44</b>
<b>5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>46</b>
<b>6 ZÁVĚR.....</b>	<b>49</b>
<b>7 POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>50</b>

## 1 ÚVOD

Zástupci čeledi Rhinocerotidae (nosorožcovití) se na Zemi objevili přibližně před 50 miliony lety (Bitter, 2009). Nosorožce řadíme do řádu Perissodactyla (lichokopytníci), což znamená, že mají jen tři prsty a osa nohy probíhá středním prstem, na němž spočívá hlavní váha těla. Prsty na vnitřní straně končetin jsou redukovány (Musil, 1987). Do dnešní doby přežilo pouze pět druhů nosorožců: nosorožec černý (*Diceros bicornis*), nosorožec tuponosý neboli bílý (*Ceratotherium simum*), nosorožec indický (*Rhinoceros unicornis*), nosorožec jávský (*Rhinoceros sondaicus*) a nosorožec sumaterský (*Dicerorhinus sumatrensis*) (Bitter, 2009). První dva jmenované druhy obývají africký kontinent, ostatní tři zástupce nosorožců bychom našli v Asii. Nosorožci jsou všeobecně ohroženi vyhoubením především kvůli neustálé hrozbě pytláctví a vysoké ilegální poptávce po jejich rozích (IUCN, 2010). Rohy nosorožců jsou ceněny pro své údajné lékařské a afrodiziakální účinky a také pro dekorativní použití především v jihovýchodní Asii (Skinner a kol., 2003, převzato z Bitter, 2009)

Nejběžnějším ze všech druhů nosorožců je nosorožec tuponosý (*Ceratotherium simum*). Tento druh sestává ze dvou geneticky odlišných poddruhů: ze severního (*Ceratotherium simum cottoni*) a z jižního (*Ceratotherium simum simum*) (Schwarzenberger a kol., 1998).

Severní poddruh dříve obýval část centrální Afriky (Středoafriická republika, Čad, Demokratická republika Kongo, Súdán a Uganda). Díky velké míře pytláctví, které stavy nosorožců v této oblasti zdecimovalo, byl v roce 2006 počet severního poddruhu odhadován pouze na čtyři jedince žijící v národním parku Garamba v Demokratické republice Kongo. Jejich existence však není v současnosti potvrzena. V lidské péči se ještě donedávna nacházelo osm jedinců tohoto poddruhu, dva v Zoologické zahradě San Diego (Kalifornie, USA) a šest v Zoologické zahradě Dvůr Králové nad Labem (Ucová, 2009). Čtyři z šesti nosorožců tuponosých severních byli 19. prosince 2009 díky spolupráci a úsilí společenství ochránářských organizací přemístěni ze zajetí zpět do volné přírody. Nosorožci byli přesunuti ze ZOO Dvůr Králové do rezervace Ol Pejeta v Keni v rámci projektu „Poslední šance na přežití“. Projekt byl realizován pod záštitou Světové asociace zoologických zahrad a akvárií WAZA. Cílem projektu je reintrodukovat nosorožce tuponosé severní a jejich geny zpět do volné přírody. Je to jediná cesta vedoucí k zachování tohoto poddruhu (viz také [www.zoodvurkralove.cz](http://www.zoodvurkralove.cz)).

Jižní poddruh (*Ceratotherium simum simum*) obývá stepi jižní Afriky (JAR, Botswana, Namibie, Keňa, Mozambik, Svazijsko, Zambie, Zimbabwe) (Ucová, 2009). Do konce 19. století byl na pokraji vyhynutí. Intenzivní ochrana a rozsáhlé přesuny jednotlivých zvířat do malých přírodních rezervací a na soukromé pozemky však vedly k rychlému obnovení



populace (Kretzschmar, 2002). Z jediné populace sotva dvaceti zvířat v roce 1885 dnes existuje více než 17 480 volně žijících jedinců (IUCN, 2010) a dalších 760 zvířat v chovných institucích po celém světě (Kretzschmar, 2002).

Nosorožec tuponosý jižní (*Ceratotherium simum simum*) je býložravec s dlouhým trávicím traktem a jednoduchým žaludkem. Živí se téměř výlučně spásáním trávy, těsně nad zemí, pomocí rovného horního pysku a tvrdých retních okrajů. Nápadným znakem tohoto druhu jsou dva rohy tvořené keratinem. Přední roh může dosáhnout délky až 1,3 m a zadní délky 0,4 m. Ze všech žijících druhů jde o nejdružnějšího nosorožce, obvykle mírné povahy. Samice je dlouho doprovázena svým mládětem a mladá zvířata často tvoří až šestihlavá stáda. Dospělí samci jsou však solitérními zvířaty, která se přibližují k samicím pouze v době páření (Burnie, 2002).

Reprodukce nosorožců v přírodě se zdá být bezproblémová v případech, kdy jsou zvířata chráněna před ztrátou území, pytláctvím a nejsou rušena (Hermes a kol., 2007). Naneštěstí je reprodukční tempo nosorožců chovaných v zajetí velmi nízké a znepokojující je především vysoký výskyt dlouhého anestru (Hermes a kol., 2007 in Charbon, 2009). Díky absenci estrálního cyklu je výskyt porodů v zajetí velmi nízký. Proto má pro vytvoření zdravé udržitelné populace bílého nosorožce velký význam pochopení reprodukčního stavu a faktorů ovlivňujících plodnost těchto zvířat. Sledování pohlavních hormonů pomocí neinvazivních metod umožňuje identifikovat březí, cyklující či necyklující samice, ale také reprodukční schopnosti samce (Charbon, 2009).

Tato práce sleduje reprodukční cyklus dvou samic nosorožce tuponosého (*Ceratotherium simum simum*) chovaných v Zoologické zahradě Zlín (viz fotografie 1 a 2). Výsledky hormonální analýzy výkalů, získané pomocí neinvazivní metody, jsou pro zoologickou zahradu velmi užitečné, protože na jejich základě se bude dále vyvíjet management chovu těchto druhů (tj. změna chovného prostředí, případný nákup samce nosorožce tuponosého, pokus o oplodnění samic a jiné).



Fotografie 1: Naja (vlevo) a Zanta (vpravo)



Fotografie 2: Naja (vlevo) a Zanta (vpravo)

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je shrnutí dat získaných z literatury týkajících se studia reprodukčního cyklu samic nosorožce tuponosého (*Ceratotherium simum simum*) a jejich srovnání s daty z chovu v ZOO Zlín. V teoretické části budou z dostupných zdrojů zpracovány informace a fakta k danému tématu. Na základě prakticky získaných poznatků budou vyvozovány obecnější závěry týkající se reprodukčního cyklu, případně zabřeznutí a porodu nosorožce tuponosého. Domněnky budou srovnány se znalostmi o savcích obecně.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Samičí pohlavní soustava

Pohlavní orgány jsou jediné orgány, které neslouží zachování jedince, ale slouží zachování druhu. Rozeznáváme samčí a samičí pohlavní ústrojí, jejichž hlavními funkcemi jsou: produkce pohlavních buněk a hormonů a zprostředkování spojení těchto buněk (oplození), k němuž dochází pohlavním stykem (pářením) (Červený a kol., 1999). Samičí pohlavní soustava má vedle těchto funkcí ještě další speciální funkci: u placentálních savců slouží jako prostředí poskytující ochranu a výživu pro vyvíjející se zárodek a plod od oplození vajíčka do porodu (Marvan a kol., 1998). V činnosti pohlavních orgánů samice dochází k cyklickým změnám, při nichž se vytvářejí příznivé podmínky pro implantaci oplozeného vajíčka. Tyto funkční změny jsou provázeny i morfologickými změnami na pohlavním ústrojí a jsou součástí složitějšího biologického procesu zvaného pohlavní cyklus (Kresan a kol., 1979). Odstranění pohlavního ústrojí nebo některých jeho částí neohrožuje život jedince, čehož se využívá u zvířat, která nejsou zařazena do plemnitby (Červený a kol., 1999).

Samičí pohlavní orgány se rozdělují na **vnitřní**, tj. vaječníky, vejcovod, dělohu a pochvu, a **zevní**, k nimž patří poševní předsíň, vulva a poštváček (Marvan a kol., 1998). Obdobně jako u samců i samičí pohlavní ústrojí je doplněno pomocnými svaly z příčně pruhované svaloviny. Jsou to sval močové roury, svěrač předsíně a svěrač vulvy. Přítomno je také kavernosní těleso, tzv. napřimovač poštváčku (Kresan a kol., 1979).

#### 3.1.1 Vnitřní pohlavní orgány

##### 3.1.1.1 Vaječníky (*ovaria*)

Vaječníky jsou samičí pohlavní žlázy, ve kterých se tvoří a vyvíjejí jednak samičí pohlavní buňky, vajíčka, jednak pohlavní hormony folikulin a progesteron (Komárek, Sova a kol., 1979). Jde o kompaktní párové orgány šedorůžové barvy a tuhoelastické konzistence (Kresan a kol., 1979). Jsou oválného tvaru a leží v kaudální části dutiny břišní po stranách dělohy. Ve své poloze jsou udržovány vaječnickovými vazy a zčásti širokými vazy děložními. Jsou to duplikatury pobřišnice (embryonální ekvivalent mesovaria), připojující se k vaječníku na vazivovém okraji (Miholová, Lipský a kol., 1976). Velikost vaječníku a jeho celkový tvar, vzhled povrchu a hmotnost jsou druhově dosti odlišné a u pohlavně dospělých samic se mění i v průběhu pohlavního cyklu. Povrch vaječníku je většinou hladký s ojedinělými hrboleky od vyčnívajících folikulů a žlutého tělíska, popřípadě s kráterovitou prohlubní po prasklém folikulu (Kresan a kol., 1979). Na rozdíl od koně, u kterého je ovulační plocha omezena na

ovulační jamku, je převážná většina povrchu vaječníku přežvýkavců volná. Nazývá se ovulační plocha, protože na ní praskají dozrálé vaječnickové folikuly. Dorzálně obrácený okraj nese mírně vyhloubenou vaječnickovou branku, v níž vstupují do vaječníku cévy a nervy a kde k vaječníku přirůstá poměrně dlouhé vaječnickové okruží. Ke kraniálnímu konci vaječníku se třásněmi připojuje vejcovod, kaudálně obrácený konec je vlastním vazem vaječníku připojen k děložnímu rohu (Marvan a kol., 1998).

### ***Mikroskopická stavba vaječníku***

Ovulační plocha vaječníku je na svém povrchu kryta epitelem celomového původu, u mladých jedinců jednovrstevným cylindrickým, později kubickým a u starých zvířat dlaždicovým (Kresan a kol., 1979). Pod epitelem se nachází bělavý obal z kolagenního vaziva, který jako vazivové pouzdro obaluje vlastní tkáň vaječníku. Ta se skládá z hutné a povrchově uložené korové vrstvy a z vnitřní, k vaječnickové brance přiléhající cévní vrstvy-dřeně (Marvan a kol., 1998).

*Dřeň.* Dřeňová vrstva (*zona vasculosa*) je složená z řídkého kolagenního vaziva, obsahuje hladkosvalové buňky a větví se v ní četné cévy a nervy (Kresan a kol., 1979).

*Korová vrstva.* Korová vrstva vaječníku (*zona parenchymatosa*) je na povrchu kryta jednovrstevným zárodečným epitelem, pod nímž se nachází vazivový obal vaječníku (*tunica albuginea*) (Komárek, Sova a kol., 1971). Podstatu korové vrstvy vaječníku tvoří vazivová trámčina neboli stroma, obsahující hustě vedle sebe uložené fibrocyty vřetenovitého tvaru a malé množství kolagenních a retikulárních vláken. V závislosti na funkčním stavu vaječníku mění fibrocyty kůry svůj tvar a vzhled a ve svém souhrnu představují velmi dynamický systém, který se aktivně účastní všech významných pochodů ve vaječníku jako výměny látek, výživy vajíčka a tvorby pohlavních hormonů (Kresan a kol., 1979).

V mase fibrocytů jsou umístěny kulovité vaječné váčky neboli folikuly, v různém stadiu vývoje. Rozdělujeme je na primární folikuly, sekundární-rostoucí folikuly a terciární-měchýřkovité folikuly (Marvan a kol., 1998).

***Primární folikuly.*** Primární folikuly jsou mikroskopické útvary a tvoří je v podstatě množství malých kulovitých buněk, ovocytů I.řádu, obklopených jednou vrstvou plochých folikulárních buněk. V době narození je u samic ve vaječníku jen tento druh folikulů (Komárek, Sova a kol., 1971). Primární folikuly jsou uloženy jednotlivě nebo ve skupinách v nejzevnější vrstvě vaječnickové kůry, přímo pod bělavým obalem. Mají kulovitý tvar a jejich velikost se pohybuje mezi 30 až 50  $\mu\text{m}$ . Tyto folikuly se zakládají ještě v embryonálním období a v jednom vaječníku jich má samice po narození 50 až 200 tisíc. Převážná většina

primárních folikulů však podléhá zániku, tzv. atrézii. Dochází k ní v průběhu celého života samice, nejvíce však před pubertou a v období končící pohlavní aktivity. Přesto však zůstává ve vaječníku pohlavně dospělé samice mnohem větší množství folikulů, než může během celého jejího života dozrát (Marvan a kol., 1998).

**Sekundární (rostoucí) folikuly.** Sekundární (rostoucí) folikuly představují další vývojové stadium folikulů. Od primárních se liší většími rozměry vaječné buňky, a také více vrstvami folikulárních buněk, které obklopují ovocyt I. řádu (Komárek, Sova a kol., 1971).

K postupnému zrání a přeměně primárních folikulů v sekundární (a poté v terciární) dochází při nástupu puberty. Není to proces plynulý, ale cyklicky se v pravidelných intervalech opakuje. Zrání folikulu začíná růstem ovocytu, který ve své cytoplazmě ukládá zásobní látky v podobě žlutkových inkluzí. Rovněž folikulární buňky se zvětšují a mitotickým dělením se zmnožují a postupně obalují ovocyt v několika vrstvách. Nejvnitřnější vrstva folikulárních buněk má cylindrický tvar a nazývá se *corona radiata*. Mezitím se činností vaječné buňky vytvoří silně světlolomný obal zvaný *zona pellucida*, který vaječnou buňku bezprostředně obklopuje (Kresan a kol., 1979).

**Terciární (měchýřkovitý neboli Graafův folikul).** Když sekundární folikul dosáhne velikosti cca 200  $\mu\text{m}$ , začnou se mezi jeho folikulárními buňkami objevovat drobné štěrbiny vyplněné mokem. Postupným sléváním těchto štěrbin se nakonec vytvoří jednotná dutina, obsahující folikulární mok. Sekundární folikul se tak mění v terciární (měchýřkovitý) folikul, viditelný již pouhým okem. Má mírně ovoidní tvar a jedním pólem zasahuje hluboko do vaječnickové kůry, druhým blíže k povrchu vaječníku (Marvan a kol., 1998).

Stěnu měchýřkovitého folikulu tvoří na povrchu jeho obal- *theca folliculi*, rozlišený na vnější a vnitřní vrstvu. Od obalu směrem k lumen se nachází zrnitá vrstva (*stratum granulosum*), vystýlající prostornou dutinu folikulu. Zrnitá vrstva je tvořena 4 až 5 vrstvami malých folikulárních buněk a na straně odvrácené od povrchu vaječníku zesiluje v podobě tzv. vejconosného hrbolku. Uprostřed tohoto hrbolku je uložena vaječná buňka, ovocyt I. řádu (Kresan a kol., 1979).

Graafovy folikuly obsahují zpravidla jen jednu vaječnou buňku, u vícerodých zvířat jich může být i více. Folikulární buňky nejsou jen pouhými obalovými buňkami ovocytu, ale vykazují i významnou inkreční aktivitu (Komárek, Sova a kol., 1971). Syntetizují a do tkáňového a folikulárního moku vyměšují folikulární hormony estrogenu (Kresan a kol., 1979). Vaječník nemá vývod a vajíčka se z něj uvolňují prasknutím stěny Graafova folikulu. Tento proces se nazývá ovulace a je podstatnou součástí říje. Vajíčko je strhováno tekutinou z

prasklého terciálního folikulu a dostává se do nálevky vejcovodu (Miholová, Lipský a kol., 1976).

**Žluté tělísko.** V místě prasklého Graafova folikulu se začne vytvářet žluté tělísko, produkující hormon progesteron (Miholová, Lipský a kol., 1976). Jde o kompaktní útvar s významnou vnitřněsekretorickou funkcí. Vzniká proliferací zbylých buněk zrnité vrstvy a vnitřního obalu folikulu, které se množí, značně zvětšují a nabývají polygonálního tvaru. Tyto tzv. luteinní buňky ukládají ve své cytoplazmě tukové kapénky a žlutý lipochrom lutein, který podmiňuje barvu celého tělíška. V důsledku proliferace luteinních buněk žluté tělísko postupně zaplní nejen původní dutinu folikulu, ale v podobě zaobleného kužele nebo stopkatého hrbolku vyčnívá i nad povrch vaječníku.

Další osud žlutého tělíška je různý (Marvan a kol., 1998):

nedošlo-li k oplození vajíčka, začne se žluté tělísko zmenšovat. Takovému žlutému tělísku, které vzniká po každé ovulaci a mezi jednotlivými říjemi zaniká, se říká žluté tělísko periodické (nepravé). V případě oplození vajíčka se žluté tělísko nápadně zvětšuje a k jeho regresi dochází až koncem březosti. Nazýváme jej žluté tělísko březosti (pravé žluté tělísko) (Miholová, Lipský a kol., 1976).

### **3.1.1.2 Vejcovod (*oviductus*)**

Vejcovod je úzká trubička, v níž dokončuje svůj vývoj ovulovaná vaječná buňka, kde také dochází k oplození vajíčka a jíž se oplozené vajíčko dostává do dělohy. Probíhá klikatě v řase spojující vaječník s děložním rohem. Je dlouhý asi 25 cm a jedním koncem vyústuje do děložního rohu, druhý jeho konec se nálevkovitým ústím otevírá v blízkosti vaječníku volně do břišní dutiny. Stěna vejcovodu je vybavena hladkou svalovinou a jeho sliznice vytváří vysoké, bohatě členěné řasy, pokryté cylindrickým řasinkovým epitelem (Komárek, Sova a kol., 1971).

### **3.1.1.3 Děloha (*uterus*)**

Děloha je nepárový trubicovitý orgán, sloužící k vývoji nového jedince z oplozeného vajíčka až do narození mláďete. Skládá se ze tří základních částí, a to děložního krčku, děložního těla a děložních rohů (Kresan a kol., 1979).

Dle vzájemného poměru jednotlivých částí rozeznáváme různé typy děloh: dělohu dvojitou, jednoduchou dvourohou nerozdělenou a jednoduchou dvourohou rozdělenou. Jednoduchá dvourohá rozdělená děloha je typická pro většinu kopytníků. Má zevně jednotné děložní tělo, které je uvnitř rozděleno přepážkou, zasahující téměř až ke krčku. Celá děloha je zavěšena na

širokých děložních vazech. Krček a tělo jsou uloženy v pánevní dutině a děložní rohy zasahují částečně do břišní dutiny. U přežvýkavců se děložní rohy stáčí nejprve dolů a pak znovu nahoru, takže opisují asi  $\frac{3}{4}$  kruhu. Rohy a děložní tělo uzavírají děložní dutinu, která přechází kaudálním směrem v úzký kanálek krčku. Tento kanálek má klikatý průběh a je trvale uzavřen stahem svaloviny a navíc ještě vyplněn hlenovou zátkou. U přežvýkavců vyúsťuje kanálek krčku do pochvy na tzv. děložním čípku (Komárek, Sova a kol., 1971).

*Skladba děložní stěny.* Stěna dělohy se skládá ze tří vrstev. Povrch tvoří pobřišnice nazývaná také *perimetrium* a přecházející po stranách děložního těla a rohů v široké děložní vazy. Střední vrstvu představuje hladká svalovina neboli *myometrium*, rozlišená na vnitřní a tlustší vrstvu kruhovou a vnější a slabší vrstvu podélnou. Mezi oběma se nachází řídké vazivo s pleteněmi krevních a mízních cév a nervů. Kruhová svalovina přechází z rohů a těla na krček, kde ve funkci svěrače mohutně ztlušťuje a podmiňuje tuhou konzistenci děložního krčku (Kresan a kol., 1979). Uvnitř dělohy je vysoká vrstva narůžovělé sliznice neboli *endometrium*, která obsahuje četné tubulózní žlázy a je kryta cylindrickým epitelem. U přežvýkavců vytváří vyvýšené světlejší hrbolky, tzv. karunkuly, které jsou roztroušeny v každém děložním rohu. Jejich celkový počet se pohybuje mezi 80 až 120. Karunkuly mají v klidové děloze asi 1 cm v průměru, za březosti se však mohutně rozrůstají a mohou nabýt velikosti až dětské pěsti. Na jejich povrchu jsou drobné prolákliny, krypty, do nichž se pak zanořují klky klkové blány (Komárek, Sova a kol., 1971).

### **3.1.2 Zevní pohlavní orgány**

Vlastními pářícími orgány, do nichž se zasouvá pyj při kopulaci, jsou u samic pochva, poševní předsíň a vulva (Komárek, Sova a kol., 1971).

#### **3.1.2.1 Pochva a poševní předsíň (*vagina et vestibulum vaginae*)**

Pochva slouží ke kopulaci. Má dvě části. Kraniálně je uložena vlastní pochva a za ní poševní předsíň. Je vystlána sliznicí s vrstevnatým dlaždicovým epitelem. Podstatnou složkou její stěny je hladká svalovina. Sliznice předsíně obsahuje četné žlázy, které zvlhčují sliznici předsíně i pochvy a usnadňují zavedení pyje. Do přední části poševní předsíně vyúsťuje z ventrální plochy močová roura, ventrálně pod vyústěním je u přežvýkavců vytvořen malý slepý váček (suburetrální výduť). Na rozhraní vlastní pochvy a poševní předsíně se u samic, které dosud nekopulovaly, nalézá příčná slizniční řasa neboli panenská blána (Miholová, Lipský a kol., 1976).



### 3.1.2.2 Vulva (*vulva*)

Vulva, vateň neboli ochod je vstupem do pohlavního ústrojí samice a spolu s poštváčkem tvoří zevní části tohoto ústrojí. Skládá se ze dvou stydkých pysků (*labia vulvae*), které ze stran ohraničují svisle postavenou stydkou štěrbinu (*rima vulvae*). Stydké pysky mají za podklad tukové a elastické vazivo a jsou na povrchu kryty tenkou, svraštělou a řídko ochlupenou kůží. Stýkají se ve dvou spojkách, z nichž je u přežvýkavců dorzální zaoblená a ventrální ostrá, u koní je tomu naopak (Kresan a kol., 1979). Ve ventrální spojce je uložen poštváček jako vývojový zbytek po samčím pyji (Miholová, Lipský a kol., 1976). Jeho podkladem je topořivé těleso houbovitě stavby (*corpus cavernosum*), které dvěma rameny odstupuje na sedacím oblouku pánve. Do stydké štěrbiny vystupuje zaobleným žaludem, pokrytým sliznicí s hojnými citnými nervovými zakončeními (Kresan a kol., 1979).

## 3.2 Pohlavní cyklus

Ačkoliv převážná většina orgánů vstupuje v činnost již během embryonálního období vývoje nebo hned po narození a udržuje se v ní pak až do konce života jedince, pohlavní funkce se vyvíjejí až za určitou dobu po narození a ve stáří zpravidla zase zanikají. Po narození jsou sexuální funkce ještě nevyvinuté. Postupným růstem celého těla se však i pohlavní orgány pomalu připravují na období své aktivity. První projevy funkčního dozrávání pohlavních orgánů nastávají v tzv. období pohlavního dospívání čili puberty (Komárek, Sova a kol., 1971). Dochází k plnému zformování extragenitálního pohlavního dimorfismu a specifického pohlavního chování různého u samců a samic. Pohlavní dospívání tedy představuje pomalý stupňovitý proces začínající zvýšenou tvorbou pohlavních hormonů, růstem senzibility pohlavního ústrojí vůči hormonům a končící dosažením pohlavní dospělosti, tj. rozvinutím generativní a hormonální činnosti gonád a schopnosti se reprodukovat (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Chovatelská praxe důsledně rozeznává vedle pohlavní a tělesné dospělosti ještě dospělost chovatelskou. Jde o dosažení takového stupně fyziologického vývoje, který bude garantovat možnost využívat mladá zvířata obojího pohlaví k plemenitbě bez újmy na jejich dalším vývoji, zdraví a bez rizika těžkosti při prvním porodu (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Od puberty až do zániku pohlavní činnosti dochází na pohlavních orgánech a v celém organismu samic k periodicky se opakujícím změnám, které souhrnně označujeme jako pohlavní (sexuální, reprodukční) cyklus. Vzhledem k tomu, že nejvýraznějším jevem v tomto

procesu je u zvířat říje (estrus), což je projev zvýšeného pohlavního pudu, nazývá se pohlavní cyklus také jako říjový (estrický) cyklus. Jde o fyziologický děj, při kterém se v celém organismu samice, především však v jejích pohlavních orgánech periodicky vytvářejí příznivé podmínky pro oplození vajíčka a pro vývoj zárodku a plodu (Marvan a kol., 1998). Cyklus představuje nervové a hormonální řetězové spojení, reflexní reakce organismu na působení vnitřních faktorů a činitele vnějšího prostředí. Pohlavní cyklus se neomezuje jen na činnost pohlavní soustavy, ale je výsledkem činnosti celého organismu (Kliment a kol., 1983). Jeho rytmus je určován druhovou příslušností samice a existenčními podmínkami (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Většina zvířat žijících ve volné přírodě se rozmnožuje jen v určitém období a období pohlavní aktivity se u nich objevuje jen jednou za rok (pohlavní sezónnost). Jde o zvířata monoestrická. Pohlavní sezóna je vázaná na určité roční období podle délky gravidity tak, aby se mláďata rodila v čase, který je pro jejich vývoj, výživu a růst nejvhodnější (Kliment a kol., 1983). Domestikace zvířat vedla k tomu, že se u nich říjový cyklus objevuje dvakrát i vícekrát za rok. K diestrickým savcům patří fena či kočka, k polyestrickým typům přežvýkavci, malí přežvýkavci, prasatovití apod. (Marvan a kol., 1998).

Nejnápadnějšími příznaky pohlavního cyklu jsou projevy pohlavního pudu a svolnosti k páření, umožňující setkání se samcem a páření. U samic všech druhů se realizuje dle stejných zákonitostí a s více či méně společnými příznaky a druhově specifickými rozdíly. Podle převahy orgánových a psychických změn u samice, respektive podle dostavujících se změn na jednotlivých částech pohlavního ústrojí, určených hormonálními hladinami, dělíme pohlavní cyklus na proestrus, estrus, metestrus, diestrus (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Během proestru a estru převažuje v organismu hladina specifického samičího pohlavního hormonu  $17\beta$ -estradiolu a na pohlavním ústrojí dochází k proliferačním změnám (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

### **3.2.1 Proestrus- období přípravy k říji**

Jde o stádium před říjí, které je charakterizováno především stimulací růstu, růstem a dozráváním Graafových folikulů ve vaječnicích (Kliment a kol., 1983). Toto období trvá více či méně tři dny v závislosti na druhu zvířete (Sova a kol., 1990).

Pod vlivem FSH uvolňovaného z adenohypofýzy dochází k růstu a zrání folikulů a současně pod vlivem prostaglandinu  $F_{2\alpha}$  probíhá regrese žlutého tělíska z předchozího cyklu. Ve zrajících folikulech se tvoří estrogenní hormon  $17\beta$ -estradiol. Vlivem těchto hormonů se zvyšuje přívod krve do pohlavního ústrojí (Jelínek, Koudela a kol., 2003), zvyšuje se

prokrvení pohlavních orgánů (Kliment a kol., 1983), dochází k edematóznímu prosáknutí sliznic (Jelínek, Koudela a kol., 2003), proliferaci žlázek endometria, kdy se celá děložní sliznice zvyšuje (Sova a kol., 1990) a zvyšuje se také peristaltická činnost děložních rohů (Kliment a kol., 1983). Zároveň se senzibiluje a zvyšuje dráždivost svalové vrstvy vývodných pohlavních cest, uvolňuje se tonus hymenálního prstence, otevírá se děložní krček a začíná tvorba cervikálního hlenu (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Začíná období pohlavní aktivity a stádia říje jsou viditelné i navenek (Kliment a kol., 1983). Hlavní psychickou změnou je zvýšená erotizace, projevy pohlavního pudu a celkově zvýšený neklid samice (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

### **3.2.2 Estrus- období vlastní říje**

Jde o období vlastní říje, které zpravidla trvá 12 až 36 hodin. Na začátku říje převládá působení FSH (Sova a kol., 1990). Zvyšující se hladina estrogenů prostřednictvím hypotalamu a na principu zpětné vazby spolu s ovariálním hormonem inhibinem vytvářeným ve velkých předovulačních folikulech způsobují snížení FSH a naopak zvýšení LH. Na vaječníku dochází k dozrávání folikulů, v pohlavním ústrojí k dokončení proliferčních změn (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Vnější pohlavní orgány jsou prokrvené, vulva se zvětšuje. Sliznice dělohy je prokrvená stejně jako karunkuly u přežvýkavců a činnost děložních žláz je intenzivní (Kliment a kol., 1983). Vrcholí pohlavní podráždění a dostavuje se hlavní fenomén říje, tj. svolnost k páření neboli „libido sexualis“ (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Pod vlivem působení estrogenů se otevírá kanálek děložního krčku, z kterého vytéká hlenovitý sekret. Ten je na počátku říje čirý, vodnatý a volně odtéká (Sova a kol., 1990). Obsahuje také epitelové buňky s dobře zachovanými jádry (Kliment a kol., 1983). Uprostřed říje se hlen zahušťuje, je vazký, bez výraznějšího zákalu a vytváří provazec visící ven z pochvy. Ke konci říje hlenu podstatně ubývá a po jejím vyvrcholení se v něm někdy objevuje krev (Sova a kol., 1990). Výskyt epitelových buněk bez jader svědčí o konci ovulace (Kliment a kol., 1983).

Vlivem estrogenů se mění i elektrofyziologické vlastnosti buněk v pochvě, tzv. intravaginální impedance. Během říje také dochází ke změnám v motilitě dělohy. Na vzniku stahů děložních rohů se podílí především oxytocin, dále psychické podráždění a zvýšená hladina estrogenů. Nejvýrazněji se však projevují změny ve vyšší nervové činnosti zvířat (Sova a kol., 1990).

Charakter, intenzita a délka trvání příznaků říje je u samic jednotlivých druhů zvířat rozdílná (Jelínek, Koudela a kol., 2003). V některých případech se objevuje říje a ochota k

páření i bez dozrání Graafova folikulu a bez ovulace (tzv. nepravá říje). Jindy může nastat říje s ovulací bez projevů libida sexualis (tzv. tichá říje). Vyskytují se i případy, kdy má samice libido sexualis- nastává ovulace, ale chybí typické příznaky říje. Zde hovoříme o anestrálních cyklu. Ve všech těchto případech jde o fyziologicky neplnohodnotné cykly (Kliment a kol., 1983).

Vyvrcholením říje je dozrání folikulů a jejich ovulace (Jelínek, Koudela a kol., 2003), ke které však dochází až několik hodin po odeznění zevních příznaků říje (Sova a kol., 1990).

### 3.2.2.1 Ovulace

Ovulace je složitým procesem uvolňování vajíčka z vyvinutého Graafova folikulu. Končí jí intrafolikulární vývoj vajíčka (Kliment a kol., 1983). Zjednodušeně se jedná o prasknutí stěny folikulu v důsledku proběhnutých změn v její skladbě a zvýšeného nitrofolikulárního tlaku, vyplavení vajíčka a jeho přechod do vejcovodu (Jelínek, Koudela a kol., 2003). V podstatě však jde o složitý mechanismus, který po ukončení vývoje folikulu a částečného vývoje vajíčka zabezpečí rozrušení folikulu tak, aby se z něj uvolnilo vajíčko do vývodného systému (Kliment a kol., 1983).

Postupné uvolňování LH do krve a zvýšení jeho hladiny umožňuje dozrání Graafových folikulů a ovulaci, která nastává asi po 30 hodinách od dosažení vrcholu LH (LH peak). Jeho přetrvávání se u jednotlivých druhů zvířat liší (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Po uvolnění oocyty z folikulu do břišní dutiny je tento pokryt granulózními buňkami, které jej obklopovaly před ovulací. Takovýto buněčný obal je znám jako *corona radiata*. Oocyt s granulózními buňkami opustí folikul spolu s viskózní tekutinou, která jej ve folikulu obklopuje. Při ovulaci je oocyt spolu s vazkou tekutinou splaven do vejcovodu za pomoci pohyblivých třásní, tzv. fimbrií (Reece, 1998).

Na místě prasklého Graafova folikulu se ihned začíná vytvářet žluté tělísko, jehož luteinové buňky produkují specifický samičí hormon progesteron. Pod vlivem tohoto hormonu se v děloze připraví podmínky pro přijetí oplozeného vajíčka a zajištění jeho dalšího vývoje. S ovulací relativně rychle mizí příznaky říje a na místě prasklých folikulů se začínají vytvářet žlutá tělíska (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Rozlišujeme ovulaci vyprovokovanou a spontánní (Jelínek, Koudela a kol., 2003):

*Vyprovokovaná ovulace.* Dochází k ní v souvislosti s kopulací. Vyskytuje se převážně u divokých zvířat. U králíka, norka a kočky k ní dochází za 10 až 30 hodin po pohlavním aktu. Je-li zabráněno koitu, Graafovy folikuly degenerují a vstřebávají se (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

*Spontánní ovulace.* Ke spontánní ovulaci dochází nezávisle na páření. Proto je možno u těchto zvířat inseminovat uměle. Hormonální aplikací lze dosáhnout superovulace (dozrání a prasknutí několika Graafových folikulů) i u skotu, např. pro potřeby transplantace oplozených vajíček nebo dosažení dvojčat (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Během metestru a diestru v organismu převažuje hormon progesteron a na pohlavním ústrojí změny sekreční (Jelínek, Koudela a kol., 2003):

### **3.2.3 Metestrus- období po říji**

Jde o časné postovulační období (Reece, 1998), které trvá zpravidla 4 dny (Sova a kol., 1990). V metestru zanikají příznaky psychického a pohlavního podráždění, dochází ke zvýšenému odtoku krve z oblasti pohlavního ústrojí a k zániku edematózního zduření. Děložní krček se uzavírá. Děloha ztrácí svůj zvýšený tonus a stává se méně drážditelnou (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Sliznice dělohy tak přechází do pregravidního stádia (Kliment a kol., 1983). Na ovarích se vyvíjí jedno nebo více žlutých tělísek, v nichž začíná produkce progesteronu. Žluté tělísko se vyvíjí do tzv. stadia rozkvětu (za sedm až osm dní), kdy dosahuje maximální velikosti, kromě klisny výrazně vystupuje nad povrch ovaria a má nejvyšší produkci progesteronu (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

### **3.2.4 Diestrus- období mezi říjemi**

Diestrus trvá zpravidla 12 dnů (Sova a kol., 1990) a je charakterizován dokončením vývoje žlutého tělíska (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Závisí však na tom, zda došlo k oplození či nikoliv (Kliment a kol., 1983). V pozitivním případě vyvíjející se blastocysta dráždí receptory děložní sliznice, nedojde k uvolňování luteolytický působícího prostaglandinu  $F_{2\alpha}$ , žluté tělísko zůstává na vaječnicích (Jelínek, Koudela a kol., 2003) a vzniká tak žluté tělísko gravidity, tzv. *corpus luteum graviditatis* (Kliment a kol., 1983), které dále produkuje hormon progesteron a řídí další nerušený vývoj embrya a plodu a průběh březosti až do porodu. V případě, že nedojde k oplození a samice nezabřežne, endometrium začíná kolem 15. dne produkovat prostaglandin, který vyvolá regresi žlutého tělíska, přeruší se produkce progesteronu a tak je u polyestrických zvířat umožněn vývoj dalšího pohlavního cyklu, nastupuje proestrus (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

### **3.3 Faktory ovlivňující plodnost zvířat**

Plodností se rozumí schopnost produkce konstitučně zdatného potomstva v počtu optimálním pro určitý druh a za normálních podmínek prostředí. Plodnost zvířat je podmíněna nejen druhovou a plemennou příslušností, ale i dědičným založením a působením činitelů vnějšího prostředí (Kliment a kol., 1983).

Z genetického hlediska je plodnost chápána jako polygenní vlastnost, případně ji lze rozložit na jednotlivé faktory (Kliment a kol., 1983). V plodnosti se projevuje také pevnost či slabost konstituce. Poruchy plodnosti alimentárního původu závisí hlavně na konstitučních faktorech podmíněných geneticky. Poruchy v rozmnožování lze pokládat za jeden z příznaků oslabené konstituce, pokud se projevují u zvířat a jejich potomstva i za příznivých podmínek prostředí (Gamčík a kol., 1980). Určit podíl dědičnosti a vnějšího prostředí je však těžké. Z dlouhodobého pozorování a chovatelských poznatků vyplývá, že o úrovni plodnosti rozhodují především činitelé vnějšího prostředí. Nelze však zanedbat ani projevy dědičnosti, které se na plodnosti podílejí asi dvaceti procenty (Kliment a kol., 1983).

Faktory ovlivňující plodnost lze rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory řadíme primárně dědičnost a heritabilitu. Mezi vnější faktory patří především výživa, světlo, mikroklima a další.

#### **3.3.1 Vnitřní (endogenní) faktory**

Konstituce vyjadřuje zděděnou schopnost organismu odolávat nepříznivým podmínkám vnějšího prostředí a udržet strukturální a funkční homeostázi organismu v rozdílných podmínkách chovného prostředí. V průběhu života daného jedince je pak rozhodující přizpůsobovací schopnost neuroendokrinního systému a jeho řídicích mechanismů. Reprodukce je tedy komplexem vlastností daného jedince, který je podmíněn a určován reaktivností, přizpůsobivostí a výkonností žláz s vnitřní sekrecí a nervového systému. Tento neuroendokrinní systém kontroluje a udržuje vnitřní rovnováhu a stabilitu vnitřního prostředí a funkcí organismu každého jedince. Chovatel by tedy měl vybírat do plemenitby zvířata konstitučně pevná se stabilním neuroendokrinním systémem, která jsou zárukou dobré plodnosti i ve zhoršených podmínkách prostředí (Louda, 2007).

##### **3.3.1.1 Dědičnost**

Pro každé zvíře je typická určitá biologická reprodukční schopnost neboli potence. Ta je dána nejen druhovou a plemennou příslušností, ale i individualitou jedince. Reprodukční

potence vyjadřuje pouze dispozici genotypu pro schopnost reprodukce na požadované úrovni, neurčuje však skutečný výsledek reprodukčního procesu, tedy potomstvo (Kliment a kol., 1983). Je-li plodnost chápána jako jeden znak či vlastnost, je z genetického hlediska nutné ji zařadit mezi kvantitativní znaky. Stejně jako ostatní kvantitativní znaky je i plodnost vystavena působení prostředí. Je tedy nutné dělat rozdíl mezi potenciální a skutečnou plodností (Gamčík a kol., 1980).

*Potenciální plodnost* je projevem genotypu a je dána druhovou specifikací. Podle Gamčíka (1980) jde o schopnost jedince s normálně sexuálně diferencovaným pohlavím vytvářet gamety schopné oplodnění bez ohledu na jejich další osud. Samice tedy produkují určitý počet vajíček a samci fertilní spermie v dostatečném množství (Kliment a kol., 1983). Platí, že potenciální plodnost je mnohem větší než skutečná.

*Skutečná plodnost.* Působením faktorů vnějšího a vnitřního prostředí se geneticky podmíněná potenciální plodnost snižuje a dostaneme tak plodnost skutečnou. Ta je projevem fenotypu. Je vyjádřena počtem skutečně narozených mláďat (Kliment a kol., 1983).

Věnovat pozornost dědičnosti plodnosti je důležité především kvůli možnému výskytu dědičně podmíněných vývojových anomálií pohlavních orgánů, které způsobují subfertilitu či úplnou sterilitu. Tyto vývojové anomálie jsou zpravidla určovány jedním genem. Proto mohou při nesprávné organizaci reprodukčního procesu svou frekvencí vážně ohrozit populaci zvířat (Kliment a kol., 1983).

### **3.3.1.2 Dědivost (*heritabilita*)**

Dědivost neboli heritabilita je míra dědičné složky na utváření fenotypu jednotlivého znaku. Vyjádření fenotypu má vždy kromě genetické složky, také složku negenetickou např. vlivy prostředí (viz také <http://lekarske.slovníky.cz/pojem/heritabilita>). Koeficient dědivosti plodnosti je poměrně nízký (Gamčík a kol., 1980). Většinu reprodukčních vlastností totiž podmiňuje působení neaditivních genů. To znamená, že reprodukční vlastnosti včetně plodnosti závisejí ve větší míře na působení faktorů prostředí, ve kterém jsou realizovány (Kliment a kol., 1983). O reprodukční výkonnosti zvířete tedy může rozhodnout chovatel (Louda, 2007). Týká se to zejména samičího pohlaví. Lze říci, že jde vlastně o projev vnitřní homeostázy, která směřuje k zachování plodnosti v biologicky únosných hranicích. Vzhledem k nízkým hodnotám koeficientů dědivosti u těchto vlastností je nutno si uvědomit, že pokud není populace zvířat dostatečně velká, nelze samotnou selekcí zvířat (především samic) dosáhnout rychlého pokroku v intenzitě plodnosti. Velké populace zvířat umožňují vytvořit lepší genetickou základnu a rychleji se zbavovat nositelů nežádoucích vlastností a

predispozicí k poruchám plodnosti. Tím lze doladit homogenní samičí materiál, který je předpokladem dobré plodnosti stáda v přiměřených podmínkách (Kliment a kol., 1983).

### 3.3.2 Vnější (exogenní) faktory

Vnějším prostředím rozumíme soubor činitelů, ve kterých jedinec či celá skupina zvířat žije, a kterému se musí přizpůsobovat, aby si zachovala schopnost realizace v přijatelných hranicích bez ohrožení vlastní existence. Jednotlivé faktory vnějšího prostředí působí na organismus zvířete souběžně jako celek. Zvíře komunikuje s prostředím skrze smyslové orgány, jejichž informace zpracovává *neokortex*. Takto jsou ovlivňovány reprodukční funkce. Rozsah změn a efekt působících činitelů závisí na schopnosti zvířete přizpůsobit se daným podmínkám a na délce a intenzitě působení jednoho či více faktorů (Kliment a kol., 1983). Reakce jedince také ovlivňuje jeho tělesná konstituce, dědičné založení, zdraví, užitkovost a stupeň tělesné kondice (Louda, 2007). Jedním z hlavních určujících exogenních vlivů, který má mnohostranný vliv na reprodukci i produkci zvířat je výživa a krmení (Gamčík a kol., 1980).

#### 3.3.2.1 Výživa

Výživa je materiálním substrátem pro efektivní využívání genetických dispozic zvířat nejen v oblasti užitkovosti, ale i v reprodukci a rezistenci vůči chorobám. To, jak a čím jsou zvířata krmena, se velmi výrazně odráží na jejich zdravotním stavu, odolnosti, reprodukční schopnosti či užitkovosti (Gamčík a kol., 1980).

Výživa je uplatňována na každém stupni reprodukčního procesu. Svou mnohotvárností působí po stránce kvantitativní i kvalitativní. Určit vztahy mezi jednotlivými komponenty krmiva a plodností, případně specifikovat jejich vliv u jednotlivých druhů zvířat v závislosti na jejich požadavcích vzhledem k jednotlivým fázím reprodukčního procesu, je však velmi těžké. Všeobecně platí zásada, že krmná dávka má být přiměřená potřebám zvířete, pestrá a především biologicky a energeticky plnohodnotná (Kliment a kol., 1983). Správným kmením lze předcházet mnoha poruchám plodnosti. Nejvíce se chybuje při neodborném sestavení krmných dávek, kdy bývá krmení nevyrovnané, pokud se týká poměru energetických látek a bílkovin. Krmné dávky také často obsahují málo minerálních látek a vitamínů (Říha a kol., 2003).

Kvalitativní a kvantitativní nedostatky ve výživě se výrazně promítají do reprodukčních procesů. Omezují funkce, které nejsou pro zachování jedince nepostradatelné. Při deficitní krmné dávce, karenci některých složek či jejich vzájemné nevyváženosti mobilizuje



organismus složitým adaptačním mechanismem všechnu svou energii na vykonávání funkcí, které jsou životně důležité. Tak jsou cestou neurohormonální regulace omezovány především sexuální procesy s následnou stagnací reprodukce. Distribuci živin v organismu z hlediska biologické účelnosti řídí centrální nervová soustava, která je hierarchicky podmíněna funkční důležitostí orgánových skupin (Gamčík a kol., 1980). Pohlavní soustava je z hlediska hierarchie rozdělování hodnot v organismu na samém konci. To znamená, že při vzniku disproportionální situace ve výživě budou postiženy jistým stupněm nedostatečnosti právě reprodukční orgány, což se nevyhnutelně projeví poruchami v reprodukci, resp. v plodnosti (Kliment a kol., 1983).

Výživa působí na vývoj pohlavních orgánů a sexuální aktivitu zvířat ve všech vývojových fázích a v jednotlivých stádiích pohlavního a reprodukčního cyklu. Uplatňuje se komplexně, ale i jednotlivými složkami a jejich vzájemnými poměry. Nesprávná výživa v období intenzivního růstu tkání a orgánů genitálního aparátu a řídicí neurohormonální soustavy působí často nevratné a ekonomicky významné škody. Organogeneze a funkční potence pohlavní soustavy se může rozvíjet a realizovat v hranicích genetických dispozic jen ve vyhovujících podmínkách výživy. Kvalitativně deficitní výživa, především karence a disbalance živin, vitamínů a minerálních látek, zasahuje depresivně do činnosti hypotalamohypofyzární soustavy. Dochází k opožděnému vývoji pohlavních žláz a pozdnímu začátku pohlavní dospělosti. Vyšší úroveň výživy urychluje pohlavní dospívání. Významně se tak zkracuje prereprodukční období. Příliš intenzivní výživa může škodlivě působit na vývoj regulačního mechanismu gonád a sexuální aktivity obou pohlaví, takže nadměrné překrmování mláďat bývá častou příčinou pozdějších poruch plodnosti. V reprodukčním období musí výživa pokrýt potřebu životně důležitých funkcí, užitečnosti, reprodukce a udržení kompenzačních a ochranných mechanismů ve stresových podmínkách. Fyziologický soulad vitálně důležitých funkcí je podmíněn homeostázou vnitřního prostředí. Organismus se snaží i v nevhovujících podmínkách výživy tento stav udržet. Dle délky trvání chyb ve výživě se prohlubuje porucha v látkovém metabolismu. Nakonec se mohou úplně zastavit ovariální funkce, zvyšuje se frekvence bezsymptomatických poruch plodnosti. Pohlavní cyklus se stává nepravidelným a zvyšuje se výskyt tichých říjí. Průvodním projevem porušené acidobazické rovnováhy jsou biochemické změny na sliznici vejcovodů a endometria, které porušují proces oplodnění, nidaci zygoty a významně participují na embryonální mortalitě. Významné jsou také změny fyzikálních vlastností estrálního cervikálního hlenu, který se zakaluje, ztrácí čírost běžnou při fyziologické říji a jeho množství se snižuje. Objevují se v něm vločky, které imitují hnisavý proces v pohlavních orgánech (Gamčík a kol., 1980).

### 3.3.2.2 Bioklimatické vlivy

Významným faktorem v souboru činitelů, který působí na reprodukci a plodnost, jsou bioklimatické vlivy. Vyplývá to z různorodosti činitelů, které tento název zahrnuje (světlo, teplota, tlak vzduchu, roční období a všechny mikroklimatické podmínky) (Kliment a kol., 1983). Bioklima je tvořeno především souborem klimatických činitelů, které spolu s jinými faktory prostředí určují existenci, růst, rozmnožování a rozmístování organismů (Šoch, 2005). Jde o vzájemné vztahy mezi živými organismy a atmosférickým, přesněji půdně ovzdušným prostředím. K němu se připojují vlivy geofyzikální a kosmické do té míry, jak ovlivňují atmosféru. Rozsah vlivu závisí i na druhu zvířat (polyestrická, sezónně polyestrická) a na způsobu jejich chovu. U sezónně polyestrických zvířat, kde je větší závislost na vnějším prostředí, se jejich vliv projevuje intenzivněji (Šoch, 2005).

### 3.3.2.3 Sluneční záření, světlo a fotoperiodismus

Sluneční záření je zdrojem tepla a světla a má vliv na metabolické procesy v živém organismu. Optimální dávky slunečního záření stimulují metabolické pochody, činnost centrální nervové soustavy a podporují růst. Světlo může zvířata ovlivňovat jak svou délkou, tak i intenzitou (Šoch, 2005).

Světlo a sluneční záření jsou fylogeneticky nejstarším regulátorem reprodukčních procesů. Usměrnují průběh těchto procesů takovým způsobem, aby probíhalo líhnutí mláďat vždy v období optimálních přirozených podmínek. Sezónnost reprodukčních pochodů volně žijících zvířat potvrzuje regulační funkci světla a slunečního záření na sexuální procesy. Jde o takzvaný *fotoperiodismus*, který lze sledovat i u některých domestikovaných zvířat, která si zachovala určité prvky přirozeného způsobu života (Gamčík a kol., 1980).

Roční fotoperiodismus je charakterizován především kvalitativními změnami ve složení světelného spektra a prodlužováním, resp. zkracováním doby svitu. Proto se intenzita pohlavní aktivity v průběhu roku mění (Kliment a kol., 1983). Světlo a sluneční záření působí na pohlavní funkce prostřednictvím neurohormonální regulační soustavy (Gamčík a kol., 1980).

Sluneční spektrum se na jaře a začátkem léta mění ve prospěch ultrafialového záření. Na konci léta a na podzim ultrafialového záření ubývá. Tyto změny stimulují aktivitu štítné žlázy, která začne produkovat optimální množství tyroxinu. Tyroxin pak aktivizuje gonadotropní funkce adenohipofýzy. V období s nedostatkem světla (zima) je štítná žláza utlumena. Nedostatek tyroxinu tak zpomaluje metabolické děje a inhibuje gonadotropní funkce hypofýzy s následnou sníženou sexuální aktivitou (Kliment a kol., 1983).

Jako výsledek genetické diference existují mezi druhy, ale i uvnitř druhu, rozdíly ve fyziologické odpovědi na fotoperiodu. Přibližný termín nástupu a ukončení pohlavní sezóny kolísá podle vzdálenosti od rovníku (zeměpisná šířka) a v důsledku toho i rozdílností fotoperiody (Reece, 1998).

#### **3.3.2.4 Teplota**

Teplota je v průběhu ročního období v závislosti na zeměpisné šířce velmi proměnlivý faktor. Termoregulační mechanismy kůže zvířat však umožňují značnou přizpůsobivost teplotním změnám (Kudláč, Elečko a kol., 1977). Optimální teplota pro normální a nerušený průběh pohlavních funkcí je u jednotlivých druhů zvířat různá. Extrémně vysoké či nízké teploty narušují reprodukční funkce, protože termoregulační mechanismy již nejsou schopny přizpůsobit organismus takovým změnám. Zvyšuje se výskyt embryonální mortality a procento koncepce se výrazně snižuje (Kliment a kol., 1983) Tato snížená fertilita je následkem termálního stresu, který zvyšuje teplotu těla, snižuje látkovou výměnu a potlačuje činnost předního laloku hypofýzy. Obecně platí, že stálé horko působí na fertilitu nepříznivěji než střídající se vysoké a nízké teploty (Kudláč, Elečko a kol., 1977).

#### **3.3.2.5 Mikroklima**

Stájové mikroklima je souborem faktorů působících na fyziologické funkce a tím na produkci organismu. Je proto nutné ho udržovat na odpovídající úrovni. Mezi tyto faktory patří především teplota, vlhkost, proudění vzduchu, katahodnota (ochlazovací hodnota prostředí) a složení vzduchu. Udržování optimálních mikroklimatických podmínek prostředí je vedle výživy a ošetřování jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících zdravotní stav a užitkovost zvířat (Šoch, 2005). Prvním ukazatelem zátěžového vlivu mikroklimatických faktorů na zvířata jsou změny v životních projevech, denním režimu a etologických ukazatelích vůbec (Šoch, 2005). V rámci mikroklimatických podmínek bývá kladen největší důraz na zajištění teplotně-vlhkostního welfare, tj. současný účinek teploty a vlhkosti vzduchu zajišťující optimum tedy skutečnou tepelnou pohodu ustájených zvířat (Šoch, 2005). Nepříznivé mikroklimatické podmínky ustajovacích prostor, především relativní vlhkost a teplota prostor, ale i výskyt vysokého obsahu čpavku a silné proudění vzduchu, mohou též negativně ovlivňovat reprodukční funkce (Kliment a kol., 1983).

### 3.3.2.6 Technologie ustájení

Pro zachování dobrého zdravotního stavu a plodnosti je důležité ustájení zvířat ve vyhovujícím prostředí. Vhodnost jednotlivých typů technologie ustájení se u každého druhu zvířat více či méně liší. Za nejvhodnější je však považováno volné ustájení s podestýlkou s možností výběhu. Bezpodestýlkové ustájení a především roštová stání nejsou vhodné, protože způsobují poruchy plodnosti a celkového zdravotního stavu. Velkou roli hraje také prevence poruch plodnosti, zoohygiena a celková úroveň managementu chovu (Kliment a kol., 1983).

## 3.4 Detekce říje a její metody

Říje je fyziologický děj, při kterém jsou v celém organismu, především v pohlavních orgánech, vytvořeny podmínky pro oplození a zdárný vývoj embrya a plodu. Jsou-li tyto podmínky splněny, mluvíme o plnohodnotné říji. Nástup říje je řízen neurohormonálně. Komplex hormonálních změn a jejich sled označujeme jako „count down“. U skotu po 17. dnu cyklu dramaticky klesá koncentrace progesteronu a dochází ke zvýšené tvorbě estradiolu. Ten startuje vzestup hladiny LH. Poté hladina estradiolu poměrně rychle klesá a mění se charakter sexuálního chování plemenic. Moment, kdy LH dosahuje vrcholu, označujeme jako tzv. předovulační vrchol neboli „peak“. Ten koresponduje se „standing heat“ plemenic, která je svolná k páření. K ovulaci zpravidla dochází asi 12 hodin po odeznění vnějších projevů říje, resp. po „standing heat“. Inseminace, která je běžná ve velkochovech skotu, je úspěšná pouze tehdy, je-li provedena v optimální době z hlediska říje a ovulace, tedy ani příliš brzy, ani příliš pozdě (Říha a kol., 2003).

Délka říje se dle druhu a plemene zvířete liší. Například u skotu říje trvá 12 až 36 hodin. V zimních měsících při trvalém ustájení bývá říje kratší s méně výraznými příznaky. V letních měsících, především u zvířat chovaných na pastvě, je říje delší a s výraznějšími příznaky (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976).

Extrémní teploty, vysoké či nízké, projevy říje snižují a říje bývá kratší (Louda, 2007). Objevení se první říje také závisí na přirozených vlastnostech, zdravotním stavu pohlavních orgánů plemenic a kvalitě chovatelských podmínek. Později se objevuje říje u plemenic po prvním otelení s porodními či poporodními komplikacemi, u plemenic s vysokou užitkovostí a špatnými chovatelskými podmínkami. O něco dříve se dostavuje říje u plemenic chovaných na pastvě či volně ustájených, dále u plemenic otelených na podzim, v pozdních jarních a

letních měsících, po fyziologicky normálním telení a v dobrých chovatelských podmínkách (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976).

U zvířat s dobře ošetřenými končetinami, při volném ustájení a vhodném stání je intenzita projevu říje i frekvence zvýšené pohybové aktivity vyšší. Negativní energetická bilance v období zapouštění se projevuje tichou říjí a zhoršenou koncepcí. Výsledky koncepce neboli zabřezávání jsou do značné míry závislé na optimálním časovém předstihu zapuštění plemenice před ovulací. Oplozovací schopnost spermií a fertilita uvolněného vajíčka je omezena jen na určitý čas. Zabřeznutí je mimo jiné závislé na přesném stanovení začátku říje a stanovení optimální doby pro zapuštění plemenice (Louda, 2007).

K optimálním výsledkům oplození dochází v případě, že se ovulovaný oocyt II. řádu setká v horní třetině vejcovodu s kapacitovanými spermii. Vhodná doba inseminace je tedy ve druhé polovině říje, avšak je možno inseminovat ještě 6 hodin po odeznění vnějších projevů říje. Doba 6 hodin, která zbývá do ovulace, je dostatečná k tomu, aby u spermií proběhla kapacitace. Schopnost chovatele rozlišit samici v říji a mimo ni je základem dobrého zabřezávání. Není pochyb o tom, že optimální doba k inseminaci z hlediska zabřezávání je ve druhé polovině říje. Problémem ovšem zůstává, jak tuto dobu přesně detekovat. U plemenic se projevuje vysoká variabilita v délce jednotlivých fází estrálního cyklu, vnější projevy jsou různé intenzity a značně kolísá doba, ve které dochází k ovulaci po odeznění vnějších příznaků říje. I když byla vyvinuta celá řada metod, které by měly detekci říje usnadnit, prozatím neexistuje rovnocenná náhrada empirických zkušeností pozorovatele, který bezprostředně pozná charakter zevních změn při říji, jak v proestru, tak v estru. Toto poměrně krátké období, průměrně trvající 18 hodin, je z hlediska chování zvířat heterogenní a jeho přesné rozlišení je důležité z důvodů očekávané ovulace (Říha a kol., 2003).

Detekce neboli zjišťování říje nabývá v dnešní době na významu. Detekce říje nám slouží k rozpoznání správné doby vhodné k inseminaci popř. přirozené plemenitbě. Představuje vysoce odbornou činnost, vyžadující bohaté teoretické i praktické zkušenosti, dále trpělivost a důslednost (Louda, 2007).

Při detekci říje je nutná organizovaná, cílevědomá a kontinuální činnost specializovaného pracovníka. Tento pracovník musí být schopen nejen detekovat mnohostranné příznaky říje, ale také vést, kontrolovat a usměrňovat činnost ošetřovatelského personálu. Kromě toho musí regulovat celý proces reprodukce ve stádě tak, aby byla plemenice připuštěna v optimálním čase, tedy se zřetelem na začátek říje (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976). O nástupu a průběhu říje musí být vedena přesná evidence. Je známo, že až 50 % říjí probíhajících v době vhodné k zapouštění plemenic, bývá promeškána vlivem selhání lidského faktoru (Louda, 2007).

Nezachycená či špatně určená říje způsobí, že se inseminace buď neprovede vůbec, anebo se provede v nesprávný čas. To zapříčiňuje nejen značné ekonomické ztráty (Říha a kol., 2004), ale může také docházet k poruchám plodnosti, které se projevují rozličným stupněm anestríe (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976). Je proto nutné seznámit se základními poznatky z fyziologie reprodukce v období říje a vyvinout veškeré úsilí k zpřesnění určování říje (Říha a kol., 2004).

K rozpoznání říje a přesnému určení správné doby inseminace, popř. přirozené plemenitby je možno použít několik metod. Nejčastější a nejosvědčenější metodou stále zůstává přímé sledování jedince či skupiny, tzv. vizuální detekce (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976). Jako doplňkový způsob zjišťování říje, který však nenahrazuje vizuální pozorování, lze použít různých neautomatizovaných a automatizovaných prostředků (Říha a kol., 2004).

### **3.4.1 Vizuální detekce říje**

Podle Gamčíka a kol. (1976) a Loudy (2007) by mělo být vyhledávání říjících se samic prováděno v období klidu ve stáji, 2x až 3x za den po patnácti minutách, a to jedním pozorovatelem, který sledovaná zvířata zná díky dokonalé reprodukční evidenci (Říha a kol., 2004). Pozornost věnovaná projevům říje se vyplatí, protože dává záruku dobré reprodukce stáda. Při vícečetném pozorování se také snižuje možnost přehlédnutí krátkých a tichých říjí (Říha a kol., 2003).

Pohlavní činnost zvířat je třeba sledovat i v noci a po skončení práce ve stáji s ohledem na fakt, že čím vyšší je aktivita činitelů stájového prostředí, tím méně intenzivní je sexuální projev. Při osobním sledování zvířat je velice důležité stanovit začátek říje. Díky němu je pak možno určit optimální čas pro umělou inseminaci (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976).

Pro chovatele je však nejdůležitější rozpoznat vnější projevy říje. Tyto projevy jsou typické pro jednotlivá stadia říje a jsou odrazem hormonálních změn, které v organismu probíhají. Práce chovatele je z tohoto pohledu nezastupitelná, nemůže ji nahradit ani inseminační technik. Při sledování příznaků říje se celá řada chovatelů omezuje pouze na sledování výtoku z vulvy. Hlen na vulvě se však objevuje již od období před říjí, v hlavní říji i po ní. Existují sice změny v jeho množství i konzistenci, ale tato skutečnost chovateli často uniká. Výtok hlenu z vulvy by měl sloužit jen jako doplňující ukazatel chování zvířat při říji. Čím více příznaků se zachytí, s tím vyšší odborností se pracuje, a tím je i vyšší jistota dosahovaných výsledků (Říha a kol., 2003).

Z hlediska zabřeznutí je nejvhodnější sledovat u říjících se samic příznaky psychické erotizace, tzn. skoky na jiná zvířata, snášení skoku jiných plemenic, olizování, zvukové

projevy a nepokoj (Louda, 2007). Příznaky psychické erotizace lze relativně dobře detekovat u zvířat s volným pohybem, zatímco ve stájích s vazným ustájením jsou omezené (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976). Důležité je také pozorovat změny na vnějších pohlavních orgánech, tj. zduření poševní předsíně, vulvy a posoudit vzhled a kvalitu poševního hlenu, který má být čirý, sklovitý a ke konci říje mírně zakalený. Je vhodné sledovat i změny v tonu dělohy, otevření děložního krčku (lze zjistit pipetou) a palpací zjistit stav Graafových folikulů. Také prohýbání se v křížové oblasti, anální kontrakční reflex a především reflex imobility jsou vhodným ukazatelem optimální doby pro zapuštění (Louda, 2007).

Říha a kol. (2003) uvádí, že zvířata, která tráví celý den na pastvě a mají ničím nerušený cyklus den-noc, vykazují maximální intenzitu skákání na ostatní zvířata dopoledne. Při stájovém chovu, kde je přirozený cyklus narušen denními pracemi ve stáji, se dosahuje nejvyšší aktivity skákání na ostatní zvířata v noci a ráno. Zvířata, která trpí neošetřenými paznehty a jsou ustájena na hrubé a vlhké podlaze, vykazují méně vzeskoků z důvodu bolestivosti.

### **3.4.2 Neautomatizované prostředky k detekci říje**

Do této skupiny lze zařadit indikátory, které nahrazují vizuální detekci sexuálního chování (Říha a kol., 2004)

#### **3.4.2.1 Tlakové detektory vzeskoku umístěné na pánvi krávy**

*KaMaR heatmount detektor.* Jde o plastovou nádržku s barvou, která se upevňuje v křížové oblasti těm plemením, které jsou určeny k detekci. Na zvířatech s reflexem nehybnosti se objevují výrazné barevné stopy, které vznikají po tlaku krycího zvířete na nádržku s barvou (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976)

#### **3.4.2.2 Prubíř nebo androgenizovaná kráva se značkovacími pomůckami či bez nich**

*Bradový kuličkový značkovač neboli Chin ball detektor.* Jde o detekční popisovací zařízení upevněné ve speciální ohlávce, které detekující zvíře nosí pod čelistí. Přístroj tvoří nádržka se speciální nezasychající barvou. Nádržka má na dně ocelovou kuličku, která při tlaku na ni zanechává na zádech a zadní části těla krytého zvířete barevné stopy. Jejich intenzita závisí na stádiu říje a na aktivitě detekujícího zvířete. Jako detekční zvířata mohou být použity krávy postižené nymfomanií, ovariektomované krávy, kterým byl podán stilbestrol, či androgenizované krávy. K detekci říje se také mohou použít vazektomovaní býci nebo býci, u kterých bylo chirurgicky provedeno boční vyvedení penisu (Gamčík, Kozumplík a kol., 1976; Louda, 2007).

### **3.4.2.3 Nepřetržitý videozáznam stáda**

Přesnost je přibližně 50% a je nižší než přesnost při vizuálním pozorování. Pro zvýšení přesnosti byla použita kvantifikace vzeskokové aktivity a prevence náhodného spuštění detektorů (Říha a kol., 2004)

## **3.4.3 Automatizované a telemetrické prostředky k detekci říje**

### **3.4.3.1 Změny elektrického odporu tkání reprodukčního ústrojí**

Otok vulvy, typický pro estrus, je důsledkem změněné hydratace vulvy, což způsobují změny buněčné hustoty, objemu tekutiny a obsahu elektrolytů, čímž se mění elektrický odpor. V luteální fázi má sekret v pochvě vysoký odpor, ve folikulární fázi nižší a během estru nejnižší. Nevýhodou této metody je značná variabilita zvířat, a proto existuje vysoké procento falešně pozitivních i falešně negativních výsledků. Také vysoká pracnost je limitující pro tuto metodu detekce. Proto jsou vyvíjeny prostředky pro kontinuální monitorování s trvale implantovanou elektrodou s možností přenosu informací vysílačem (Říha a kol., 2004).

### **3.4.3.2 Tlakové senzory pro určení reflexu nehybnosti**

System „HeatWatch“ (dále jen HW). Reflex nehybnosti je považován za jeden z nejspolehlivějších znaků říje, představuje však pouze 1% časové periody říje a je tedy obtížné ho pozorováním zachytit. Proto byl vyvinut tento systém, jehož účinnost a přesnost detekce říje byla stejná, jako při vizuálním sledování s barvou na ocasu. HW zaznamenává pouze nástup reflexu nehybnosti a počet vzeskoků. Není ale schopen zachytit, zda kráva stojí, což je jeho nevýhodou. Vyskytují se také problémy s bateriemi a dálkovým přenosem dat. Proto jsou ve vývoji podkožní implantované senzory, citlivé na tlak a pracující na základě piezoelektrických článků (Říha a kol., 2004).

### **3.4.3.3 Pedometry**

Biologickým základem pro technickou detekci říje pomocí pedometrů, upevněných na nohou, je zvýšení počtu kroků plemence v říji 2x až 4x ve srovnání s plemenicí v diestru. Nová technologie pedometrů prošla značným technickým rozvojem a zajišťuje: počítání kroků a udržení dat za stanovené období, vizuální indikační systém, systém analýzy dat, vysílání dat přes anténu nebo čtecí zařízení, počítačové vyhodnocení. Ve vývoji jsou piezoelektrické senzory, které jsou implantovány v perineální oblasti. Účinnost pedometrů je 60-100%. Pedometry jsou účinnější než předcházející dvě metody a jsou přibližně stejně



účinné jako čtyři pozorování denně. Přesnost pedometrů kolísá mezi 22% a 100%. Očekávaná účinnost a přesnost by měla být optimalizována podle specifických podmínek farmy. Pedometry jsou zahrnuty do automatizovaného počítačového managementu chovu a jsou úspěšně používány jako samostatné metody pro detekci říje (Říha a kol., 2004).

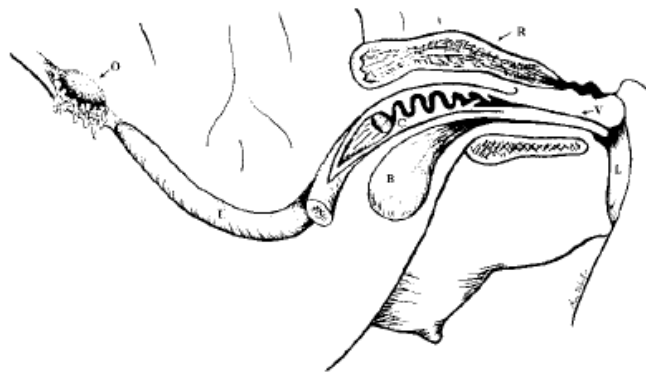
### **3.5 Reprodukce samic nosorožce tuponosého (*Ceratotherium simum simum*)**

Z dosavadních studií, prováděných zejména v zoologických zahradách, je patrné, že existuje stále hodně nejasností o reprodukčním cyklu samic nosorožců tuponosých (Charbon, 2009). Existuje jen málo údajů o rozmnožování tohoto druhu a většina z výzkumů reprodukce je prováděna v zajetí. Navíc jsou existující data často protichůdná. Lze uvést například dvě rozdílné délky estrálního cyklu. Některé samice v zajetí mají krátký cyklus (31-35 dnů), některé mají dlouhý cyklus (73-78 dnů) a některé vůbec necyklují. To znamená, že existuje obrovská variabilita reprodukčního cyklu samic tohoto druhu chovaných v zajetí a v současných podmínkách chovu (Bitter, 2009).

#### **3.5.1 Morfologie samičího reprodukčního traktu**

Histologie a morfologie reprodukčního traktu nosorožce je podobná kombinaci několika druhů savců a její poznání nám může pomoci pochopit jejich reprodukční fyziologii a urychlit vývoj vhodné reprodukční techniky. Velikost a topografie reprodukčních orgánů totiž po desetiletí brání člověku zhodnotit reprodukční schopnosti nosorožců a vyvinout např. techniku umělé inseminace (Hildenbrandt a kol., 1999, převzato z Schaffer a kol., 2001). V dnešní době je používán pouze transrektální ultrazvuk (Schaffer a kol., 2001).

U jednotlivých druhů nosorožců se délka samičího reprodukčního traktu pohybuje mezi 0,8 až 1,5 metry (Hermes a kol., 2007). U nosorožce tuponosého dosahuje délky asi 100 cm. Reprodukční trakt probíhá kraniálně směrem k ledvinám (tedy mírně dorzálně). Děloha a ovaria leží v bederní oblasti a volně visí na děložním vazů, který je připojen dorsálně k břišní stěně a laterálně a kaudálně k ledvinám. Ovaria jsou zavěšena kraniálně ke konci děložních rohů a mohou být v úzkém kontaktu se střevem. Aspekty reprodukčního traktu samic různých druhů nosorožců jsou vzájemně podobné (Schaffer a kol., 2001).



**Obrázek č. 1** Poloha samičího reprodukčního traktu v břišní dutině afrického nosorožce (Schaffer a kol., 2001) O = ovaria; U = děložní roh; C = děložní krček; V= vagina; L = vulva; B = močový měchýř; R = rektum

**Hymen neboli panenská blána** slouží jako důkaz předchozí úspěšné či neúspěšné rozmnožovací aktivity samic nosorožce (Hermes a kol., 2006). Neporušená panenská blána indikuje buďto nuliparní samici nebo také absenci předchozí úspěšné kopulace. Úplné proniknutí penisu nosorožce eliminuje právě panenská blána. Na rozdíl od slonů se může penis nosorožce během kopulace prodloužit a tím panenskou blánu překonat (Schaffer a kol., 2001).

U nosorožců také neexistuje žádná suburetrální výduť jako je tomu u domestikovaných krav (Schaffer a kol., 2001).

**Děložní hrdlo** je u samic nosorožců velmi dlouhé, spirálovitě stočené a je charakteristické extrémně tenkými řasami pojivové tkáně (Hermes a kol., 2007). Komplikovaná řada těchto řas často překáží vstupu do děložní dutiny při diagnostickém vyšetření. Počet cervikálních řas je přibližně stejný jako u domestikovaných krav či prasnic, ale řasy nosorožců jsou hlubší. Některé vaginální řasy v kranální části dělohy se mohou stýkat s cervikálními řasami a mohou tak zakrýt vstup do děložního hrdla, což může také znesnadnit vyšetření pohlavních orgánů. Dutina děložního hrdla se rozšiřuje, stejně jako u jiných druhů, během říje. Průchodnost děložního hrdla nosorožce se tedy zvyšuje pod vlivem estrogenů (Schaffer a kol., 2001).

**Děloha** nosorožců se podobá té prasečí. Děložní tělo je krátké a děložní rohy jsou dlouhé a trubicovité. Tenké, podélné řasy endometria připomínají dělohu kobyly. U nosorožců není evidentní vývoj karunkul jako u přežvýkavců (Schaffer a kol., 2001). Stejně jako prasnice či kobyly, mají samice nosorožců difúzní placentaci a placenta je epiteliochoriálního charakteru, kdy je epitel chorionu v kontaktu s epitelem dělohy. Mnoho placent má na svém mateřském

povrchu pásy pojivové tkáně, které jsou prosté klků. Tyto pásy jsou obvykle přítomny v menších ohybech a v literatuře jsou nazývány jako „Strassen“, ulice (Benirschke, 2007).

**Ovaria** mají plochý, vejčitý tvar a u různých jedinců se liší pouze přítomností vyvíjejících se folikulů, žlutého tělíska či cyst. Velikost ovarii bílého nosorožce je přibližně 67 cm<sup>3</sup>. Histologicky je ovarialní tkáň podobná tkáni krav. Na povrchu ovarii jsou stejně jako u krav patrné jednotlivé folikuly i žluté tělísko. U nosorožců schází ovulační jamka, kterou najdeme v typické formě u koně (Schaffer a kol., 2001).

Velikost, délka, tloušťka rektální stěny a pozice v břišní dutině dělají většinu samičích reprodukčních orgánů nosorožce nepřístupnými pro analýzu reprodukčních problémů. Řešením této situace by mohlo být použití laparoskopie, která se však lépe provádí u nosorožce černého vzhledem k jeho anatomickým předpokladům (Schaffer a kol., 2001).



**Obrázek č. 2** Kresba reprodukčního traktu samice afrického nosorožce ilustrující vztah a morfologii ovarii a tubulárního traktu (Schaffer a kol., 2001) O = ovaria; U = děložní roh; C = děložní hrdlo (cervix); V = vagina; L = vulva

### 3.5.2 Reprodukční cyklus

Estrální cyklus se u jednotlivých druhů nosorožců liší a jeho délka je přímo úměrná velikosti těla. Měření hladiny estrogenu a progesteronu ve výkalech, moči a séru s využitím různých hormonálních vyšetření byla zjištěna rozdílná délka estrálního cyklu u nosorožce

tuponosého. Pouze o kratším estrálním cyklu trvajícím 30 až 35 dnů jsou vědci přesvědčeni, že může vést k plodnosti (Brown a kol., 2001). Delší cyklus trvajícím 65 až 70 dnů, který nemá za následek březost, zřejmě souvisí s reprodukčním zráním u starších samic (Schwarzenberger et al. 1998; Hermes a kol., 2007).

Problematický je vysoký výskyt samic s dlouhotrvajícím anestrém. Polovina samic je v mnoha studiích považována za acyklické (Hermes a kol., 2007). Anestrus bývá přítomen jak u mladých tak i letitých samic (Brown a kol., 2001; Hermes a kol., 2007). Mladé anestrické samice vykazují pravidelné folikulární vlny. Právě folikuly ovulační velikosti neovulují, ale stávají se atretickými nebo tvoří hemorrhagické folikuly, které jsou zaznamenány u jiných druhů (Radcliffe a kol., 1997). U starých samic je veškerý folikulární vývoj kompletně zastaven (Hermes a kol., 2007).

Ovulace u nosorožců, jako u většiny savců, je indukována jediným preovulačním nárůstem hladiny LH (Roth a kol., 2001; Stoops a kol., 2004, převzato z Hermes a kol., 2007). Podobně jako rozmanitost v délce estrálního cyklu se také velikost ovulačních folikulů napříč druhy významně liší. Velikost Graafova folikulu u nosorožce tuponosého je 30 až 34 mm. Vůbec největší Graafův folikul zaznamenaný u savců má nosorožec indický a může dosáhnout velikosti až 120 mm (Radcliffe a kol., 1997).

Luteinizace a utváření hemorrhagických folikulů, které přesahují velikost druhově specifických Graafových folikulů od 10 do 30 mm, jsou známy svým výskytem u všech 4 druhů nosorožců. Kromě sumaterského nosorožce jako indukovaného ovulátora jsou tyto neovulační struktury považovány za nefyziologické. Ve volné přírodě jsou nosorožci popisováni jako polyestrická, nesezónní zvířata (Garnier et al. 2002; Hermes a kol., 2007).

Owen-Smith (1975) uvádí, že mladé samice ve volné přírodě prožívají svou první říji v pěti letech věku, ale k narození prvního mláděte dochází až v 6,5 až 7 letech. Bylo vypořováváno, že spásání zelené trávy po deštích vyvolává prudký začátek říje. Podíl krav v říji zůstává vysoký během dešťové sezóny. Sezóna sucha poté snižuje úroveň říjících se krav (Pienaar, 1994).

Rozmnožující se samice bílého nosorožce v zajetí mohou produkovat i více než 9 telat (Ochs, 2005 in Hermes a kol., 2006). Tyto samice vykazují přibližně 90 estrálních cyklů během reprodukčního života (Owen-Smith, 1975; Garnier a kol., 2002). Tento počet lze srovnat s více než 310 estrálními cykly u nerozmnožujících se samic nosorožců v zajetí (Hermes a kol., 2006). Pozorování z přírody dokazuje, že březost a laktace jsou dominujícími endokrinními stavy a estrus zůstává s 30 cykly vzácnou událostí během reprodukčního období samice (Owen-Smith, 1975; Garnier a kol., 2002; Hermes a kol., 2007).

### 3.5.3 Reprodukční chování

Samice nosorožců pohlavně dospívají přibližně v pěti letech, přičemž páření nastává během roku, a to buď od července do září, nebo od února do května (Groves, 1972). Dominantní býci vyhledávají setkání se samicemi uvnitř svého teritoria. Krávy často reagují na toto setkání výhrůžným funěním či hlasitými zvuky. Pokud však býk zůstává s krávou déle než jeden den a následuje ji, znamená to, že samice přichází do říje, jinými slovy je v proestru (Pienaar, 1994). Zdá se, že nezbytnou podmínkou pro sexuální stimulaci samce je soupeření samce s jiným samcem, zatímco samice potřebují uplatnit volbu potenciálního partnera, aby mohl být zahájen estrální cyklus (Kretzschmar, 2002). Samici může následovat více samců a ten, který nakonec úspěšně odežene ostatní, se samicí kopuluje. Samci o samici bojují, svého soupeře napadají a mohou mu přivodit i smrtelná zranění (Groves, 1972).

Často se však stává, že se kráva přiblíží k hranicím teritoria. V této situaci se snaží býk krávu předejít a zablokovat jí postup přes hranice. Někdy následuje konfrontace, při které samice řve a býk kňučí. Pokud se samici podaří samce obejít a přejít do dalšího teritoria, pak ji býk nenásleduje a ona se může družít s býkem ze sousedního teritoria. Období proestru trvá od jednoho do dvou týdnů (Pienaar, 1994).

Počátek říje indikuje opakované přiblížení se krávy býkovi doprovázené škytavě pulsujícím zvukem. Eventuálně může kráva nechat býka skočit na ni (Pienaar, 1994). Páření však předchází vzájemný souboj, kdy samice samce sporadicky odhání. Někdy ho však může i zabít (Pienaar, 1994). Samice s mládětem bývá vůči samci agresivní; samci se totiž často v této době snaží nechráněné mládě zabít (Pienaar, 1994).

Při kopulaci pokládá samec obě nohy na záda samice (Groves, 1972). Kopulace trvá 15 až 30 minut, ale i déle a k ejakulaci dochází každých čtyři až pět minut (Pienaar, 1994). Je známo, že samice nosorožce tuponosého se během jedné říje páří několikrát, ale pouze s jedním samcem, zatímco samice indického nosorožce se obvykle páří vícekrát a s více samci (Gunn a kol., 1998). Samci opouštějí samice několik dnů po kopulaci (Owen-Smith, 1975; Kretzschmar, 2002).

### 3.5.4 Březost

Délka březosti u nosorožců je po slonech druhou nejdelší u savců. Pohybuje se v rozmezí 15 až 18 měsíců. Gravidita může být diagnostikována zvýšenou koncentrací progesteronu tři až čtyři měsíce po oplodnění nebo pomocí ultrazvuku dva až čtyři týdny po páření. Embryonální dutina je detekovatelná ultrazvukem již 15 dnů po ovulaci (Radcliffe a kol.,

1997; Hermes a kol., 2007). Průměrný věk samice při narození prvního mláděte se pohybuje mezi pěti až sedmi lety (Gunn a kol., 1998).

Narozené mládě váží přibližně 40 kg a je kojeno svou matkou nejméně rok. Mládě doprovází svou matku, dokonce i několik dní po její smrti zůstává u jejího těla (Groves, 1972). Na rozdíl od samic neexistuje u samců žádná péče o potomky. Různý potenciál rodičovského chování u tohoto druhu naznačuje, že zde existuje silný samičí pohlavní výběr (Kretzschmar, 2002). Průměrná délka mezidobí je dva až tři roky (Gunn a kol., 1998). Platí, že mladší krávy mají kratší mezidobí než starší (Pienaar, 1994).

Průměrně samice za svůj život porodí šest až sedm živě narozených mláďat (Gunn a kol., 1998)

## **4 MATERIÁL A METODIKA**

### **4.1 Pozorovaná zvířata**

V praktické části bakalářské práce jsem pracovala se dvěma samicemi nosorožce tuponosého jižního (*Ceratotherium simum simum*) umístěnými v ZOO Zlín. Obě samice byly do ZOO dovezeny v roce 2006 z rezervace v Jihoafrické republice, kde byly odchyceny ve volné přírodě. Nejde tedy o potomky zvířat chovaných v zajetí a jedná se tudíž o velmi cenný genetický materiál. Starší ze samic se jmenuje Zanta (přibližné stáří sedm let), mladší jedinec byl pojmenován Naja (asi pět let stará). Předpokládá se tedy, že obě samice jsou již pohlavně dospělé a schopné reprodukce a následně březosti.

### **4.2 Prostředí**

Samice jsou umístěny v ubikaci o rozměrech přibližně 20 m<sup>2</sup>. K dispozici mají napáječku se stále se doplňující vodou, jesle se senem, prostor vystlaný slámovou podestýlkou určený ke spánku a odpočinku a kaliště. V případě potřeby je ubikace opatřena oddělovacími mřížemi. V příznivém počasí je zvířatům umožněn vstup na venkovní dvůr, který je oddělen od ostatních zvířat. Vzhledem k nedostatečně prostornému výběhu jsou ošetřovatelé nuceni nosorožce a ostatní zvířata (žirafy, zebry, pštrosy, buvolce) pouštět do výběhu separátně. To znamená, že v letním období, kdy je příznivá venkovní teplota, mají nosorožci výběh sami pro sebe v pozdních odpoledních hodinách a v noci. Ve výběhu jsou jim k dispozici dřevěné pařezy sloužící ke hrám a bahenní lázeň.

### **4.3 Odběr vzorků**

Odběr vzorků probíhal v období od 8. června do 5. října 2009. Dvakrát týdně, vždy v pondělí a pátek, byla zvířata od ranních hodin sledována a po následné defekaci, kdy byla jistá totožnost samice, byly odebrány vzorky čerstvých exkrementů do plastových sáčků. Hmotnost vzorku se pohybovala kolem 25 gramů. Sáčky byly neprodyšně uzavřeny a opatřeny iniciály samice a datem odběru a následně byly zamrazeny přibližně na teplotu -20°C.

### **4.4 Analýza vzorků a sledovaný hormon**

Po ukončení odběrů, trvajících celkem čtyři měsíce, byly vzorky výkalů odeslány do Vídně na Ústav biochemie Univerzity veterinárního lékařství k provedení hormonální analýzy metodou EIA (Enzyme Immuno Assay). Při analýze byla sledována hladina imunoreaktivních

pregnanů obsahujících skupinu 20-oxo-. Jednotkami, ve kterých byla měřena hladina hormonů, byly nanogramy na gram výkalů (ng/g výkalů).

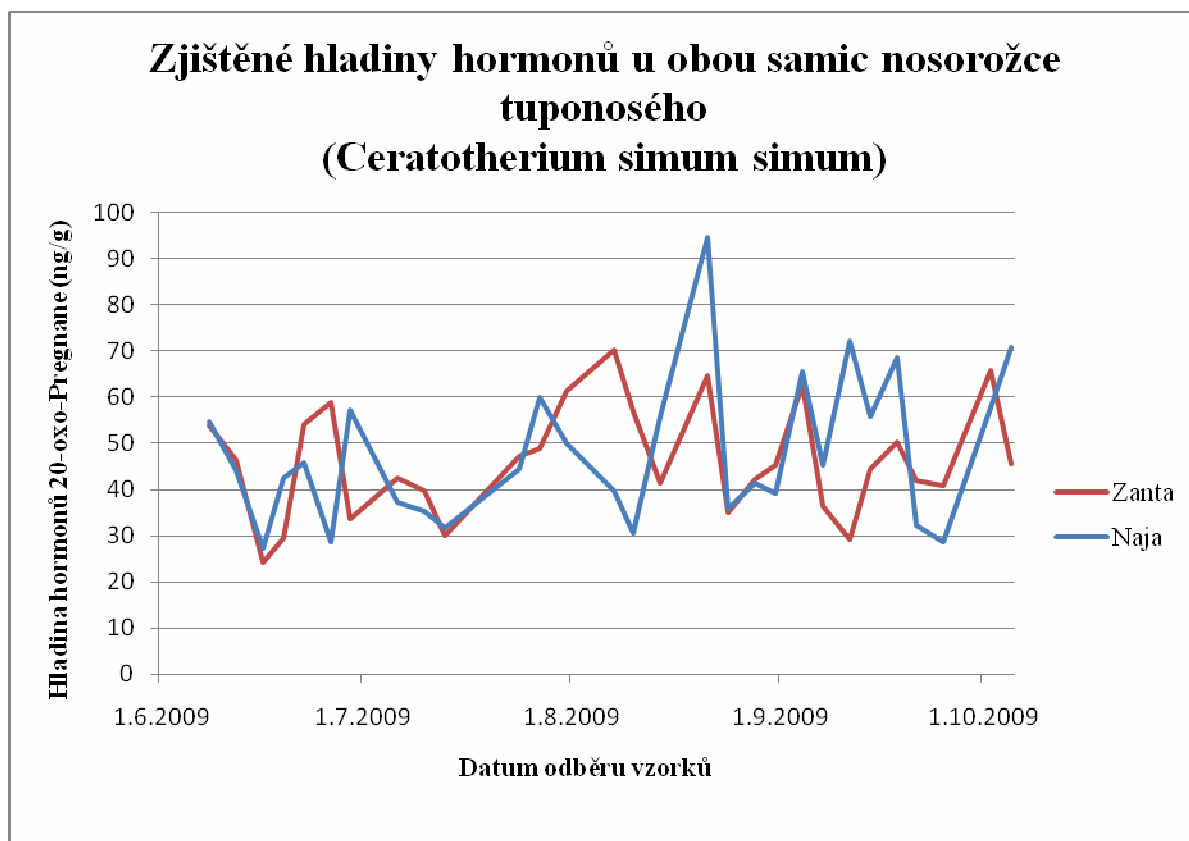
Pregnany jsou C21-uhlíkaté deriváty 17- $\beta$ -hydroxyprogesteronu s mírně androgenní aktivitou (viz také <http://www.neumm.cz/cz/archiv/435/uvod>). Měřením jejich hladiny ve výkalech lze zjistit, zda u samice probíhá pravidelný estrální cyklus nebo je přítomna alespoň minimální luteální aktivita.



## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tabulka č. 1: Zjištěné hodnoty hladiny hormonu 20-oxo-P ve výkalech (ng/g výkalů)

Datum odběru	Zjištěné hodnoty 20-oxo-P v ng/g výkalů samice N	Zjištěné hodnoty 20-oxo-P v ng/g výkalů samice Z
8.6.2009	54,8	54
12.6.2009	44,2	46,4
16.6.2009	27,3	24,3
19.6.2009	42,5	29,6
22.6.2009	45,9	54,1
26.6.2009	28,7	58,9
29.6.2009	57,2	/
3.7.2009	/	33,7
6.7.2009	37,4	42,5
10.7.2009	35,4	39,8
13.7.2009	31,8	30,1
17.7.2009	/	47,3
20.7.2009	/	48,9
24.7.2009	44,6	61,4
27.7.2009	59,9	70,3
31.7.2009	50,1	57,1
3.8.2009	/	41,5
7.8.2009	39,8	64,7
10.8.2009	30,6	35
14.8.2009	55,9	42,4
17.8.2009	/	45,4
21.8.2009	94,6	/
24.8.2009	35,9	62,7
28.8.2009	41,5	36,4
31.8.2009	39,2	29,2
4.9.2009	65,4	44,5
7.9.2009	45,3	50,3
11.9.2009	72,3	42
14.9.2009	55,9	40,9
18.9.2009	68,7	66
21.9.2009	32,3	45,7
25.9.2009	28,8	38,7
28.9.2009	/	40
2.10.2009	57,7	37,4
5.10.2009	70,7	64
<b>Suma <math>\Sigma</math></b>	<b>1394,4</b>	<b>1525,20</b>
<b>Aritmetický průměr</b>	<b>48,1</b>	<b>46,21</b>
<b>Směrodatná odchylka <math>s_x</math></b>	<b>15,7</b>	<b>11,75</b>
<b>Variační koeficient <math>v_x</math> (%)</b>	<b>32,6</b>	<b>25,42</b>



**Obrázek č. 1** Srovnání zjištěných hladin hormonu 20-oxo-P u obou samic nosorožce tuponosého (*Ceratotherium simum simum*)

Provedená hormonální analýza vzorků výkalů neprokázala pravidelný estrální cyklus ani u jedné ze samic. Byla však zaznamenána luteální aktivita. Výraznější hormonální aktivitu vykazovala dle výsledků mladší ze samic, Naja. Na grafu lze pozorovat výrazný peak v polovině srpna 2009, který však rychle klesá.

**Tabulka č. 2** Průměrné hladiny hormonu 20-oxo-Pregnane (ng/g výkalů) v jednotlivých měsících

	samice Naja 20-oxo-P v ng/g výkalů	samice Zanta 20-oxo-P v ng/g výkalů
<b>červen</b>	42,90 ± 10,70	44,55 ± 13,06
<b>červenec</b>	43,20 ± 9,59	47,90 ± 12,39
<b>srpen</b>	48,20 ± 20,24	44,66 ± 11,95
<b>září</b>	52,70 ± 16,27	46,01 ± 8,30
<b>říjen</b>	64,20 ± 6,50	50,70 ± 13,30

Swarzenberger a kol. (1998) ve své práci uvádí, že samice nosorožců lze rozdělit dle délky estrálního cyklu a koncentrace 20-oxopregnanů v luteální fázi do 4 kategorií: (1) samice s pravidelným estrálním cyklem trvajícím 10 týdnů a  $> 800$  ng / g výkalů, (2) samice s estrálním cyklem délky mezi 4 až 10 týdnů a 250-750 ng / g výkalů, (3) samice bez zjevné pravidelnosti cyklu, ale s luteální aktivitou a 100-200 ng / g výkalů, (4) samice bez zjevné luteální aktivity a  $<100$  ng / g stolice. Začátek luteální fáze definuje jako první bod poté, co se hodnoty 20-oxopregnanů zvýší na více než 50 ng/g výkalů a zůstanou na hodnotách vyšších než 120 ng/g výkalů nejméně dvě za sebou jdoucí hodnoty.

Podle dělení dle Swarzenbergera (1998) by mohly být obě samice zařazeny do skupiny 3 nebo 4. Samice nemají pravidelný estrální cyklus, ale dle výsledků i vyjádření profesora Swarzenbergera (personální sdělení) je u nich zjevná luteální aktivita i přes hodnoty hormonů nižší než 100 ng/g výkalů. I když jsou samice ve věku vhodném pro zapuštění, podle hormonální analýzy je pravděpodobné, že u nich ještě nebyl přítomen ovulační folikul.

## 6 ZÁVĚR

Výsledky analýzy naznačují, že by u obou samic mohl v budoucnu probíhat normální estrální cyklus z důvodu zaznamenané luteální aktivity. Vzhledem k relativně krátké době pozorování hladiny hormonů to však nelze s určitostí říci. Proto sběr vzorků výkalů samic nosorožců v ZOO Zlín i nadále pokračuje.

Potvrdila se hypotéza, že nejen samice nosorožců chované v zajetí, ale i zvířata odchytená ve volné přírodě, mají méně výrazný, resp. žádný, pohlavní cyklus a záleží tedy velkou měrou na podmínkách prostředí, jakým způsobem zvířata ovlivní.

Lze také konstatovat, že sledování hladin pohlavních hormonů prostřednictvím výkalů je vhodnou neinvazivní metodou pro získání informací o reprodukčním cyklu těchto zvířat. Odběr vzorků moči nebo krve by byl časově i technicky výrazně náročnější a stresující pro samotná zvířata.

Pro statisticky podepřené závěry by bylo nutné zajistit větší počet sledovaných zvířat. V takovém případě by bylo možno srovnat hladiny hormonů jednotlivých zvířat, respektive říci, zda se konkrétní jedinec od průměru ve skupině liší či nikoli.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

1. BENIRSCHKE, Kurt. *Placentation.ucsd.edu* [online]. 2007 [cit. 2010-04-20]. Southern white rhinoceros. Dostupné z WWW: <<http://placentation.ucsd.edu/homefs.html>>.
2. BITTER, B., 2009: Non-invasive reproductive monitoring of six wild female white rhinoceroses (*Ceratotherium simum simum*). *Doctoral thesis presented at the University of Utrecht* [online]., pp. 1-27, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1248800966.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1248800966.pdf)>.
3. BROWN, J. L., BELLEM, A. C., FOURAKER, M., WILDT, D. E., ROTH, T. L., 2001: Comparative analysis of gonadal and adrenal activity in the black and white rhinoceros in North America by noninvasive endocrine monitoring. *Zoo Biology* [online]. Vol. 20, Issue 6, pp. 463-486 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal>>.
4. BURNIE, D., 2002: *Zvíře: obrazová encyklopedie živočichů všech kontinentů*. Knižní klub, Praha, 624 s.
5. ČERVENÝ, Č.; KOMÁREK, V.; ŠTĚRBA, O., 1999: *Koldův atlas veterinární anatomie*. Grada Publishing, Praha, 704 s.
6. GAMČÍK, P.; KOZUMPLÍK, J.; SCHWARZ, F.; VLČEK, Z.; ZIBRÍN, M., 1976: *Umelá inseminácia a andrológia hospodárskych zvierat*. Príroda, Bratislava, 566 s.
7. GAMČÍK, P., LOJDA, L., SAKALA, J., 1980: *Plodnosť hovädzieho dobytku a jej poruchy*. Príroda, Bratislava, 497 s.
8. GARNIER, J. N., HOLT, W. V., WATSON, P.F., 2002: Non-invasive assessment of oestrous cycles and evaluation of reproductive seasonality in the female wild black rhinoceros (*Diceros bicornis minor*). *Reproduction* [online]., 123, pp. 877-889, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.reproduction-online.org/cgi/reprint/123/6/877>>.
9. GROVES, C. P., 1972: *Ceratotherium simum*. *Mammalian species* [online]., No. 8, pp. 1-6, 5 figs., [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.jstor.org/stable/3503966>>.
10. GUNN, I.M., THORNE, A., TROUNSON, A., 1998: Infertility/subfertility in the southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*) and the evaluation of their reproductive parameters as to other related species [online]., pp. 37-45, [cit. 2010-04-20]. In: Patton, L., Czekala, N., Lance, V. (Eds.), *Workshop on Problems Associated with the Low Rate of Reproduction among Captive-Born Female Southern White Rhinoceros (Ceratotherium simum simum)*. Center for Reproduction of Endangered

- Species, San Diego. *Zoological society*. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1178936589.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1178936589.pdf)>.
11. HERMES, R., GÖRITZ, F., STREICH, W. J., HILDENBRANDT, T. B., **2007**: Assisted reproduction in female rhinoceros and elephants- current status and future perspective. *Reproduction in domestic animals* [online]., issue 42, pp. 33–44, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1245581904](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1245581904)>.
  12. HILDENBRANDT a kol., **1999**, **Převzato z**: SCHAFFER, E., FOLEY, G. L., GILL, S., POPE, E., **2001**: Clinical implications of rhinoceros reproductive tract anatomy and histology. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* [online]., No 32(1): 31–46, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1175857613.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1175857613.pdf)>.
  13. CHARBON, Y.N., **2009**: Determining the reproductive status of 3 female free-ranging White rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*) by measuring faecal progesterone levels. *Project report to Utrecht University* [online]., pp. 1-22, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1245947098.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1245947098.pdf)>.
  14. IUCN SSC African Rhino Specialist Group 2008 *Ceratotherium simum* [online]. **In**: IUCN **2010**. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. [cit. 2010-04-24] Dostupné z WWW: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.
  15. JELÍNEK, P., KOUDELA, K., DOSKOČIL, J., ILLEK, J., KOTRBÁČEK, V., KOVÁŘŮ, F., KROUPOVÁ, V., KUČERA, M., KUDLÁČ, E., TRÁVNÍČEK, J., VALENT, M., **2003**: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 414 s.
  16. KLIMENT, J., HINTNAUS, J., NOVÁK, M., ROB, O., ŠŤASTNÝ, P., **1983**: *Reprodukcia hospodářských zvierat*. Príroda, Bratislava, 376 s.
  17. KOMÁREK, V., SOVA, Z., BUKVAJ, J., HAMPL, A., KRÁL, A., KRESAN, J., JELÍNEK, K., TĚŠÍK, I., VRBENSKÝ, V., **1971**: *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 574 s.
  18. KRESAN, J., ČOLLÁK, D., HAMPL, A., MARVAN, F., VERNEROVÁ, E., **1979**: *Morfológia hospodárskych zvierat*. Príroda, Bratislava, 622 s.
  19. KRETZSCHMAR, P., **2002**: Ecological, endocrinological and ethological investigations of female mate choice in free-ranging white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). *Greifswald, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Inauguraldissertation* [online]., pp. 1-119, [cit. 2010-04-20].

- Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1180611923.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1180611923.pdf)>.
20. KUDLÁČ, E., ELEČKO, J., HÁJOVSKÝ, T., HOLÝ, L., HRIVNÁK, J., KUDĚLKA, E., NEMEŠ, D., SCHWARC, F., ŠEVČÍK, A., VLČEK, Z., VRTĚL, M., **1977**: *Veterinární porodnictví a gynekologie*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 776 s.
21. Léčba kombinovanými estrogen-gestagenními přípravky: hormonální antikoncepce, hormonální substitute: rizika, přínos a perspektivy. *Časopis Neumm* [online]. **2008**, 2, [cit. 2010-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.neumm.cz/cz/archiv/435/uvod>>.
22. *Lékařské.slovníky.cz* [online]. c2008-2010 [cit. 2010-04-16]. Velký lékařský slovník. Dostupné z WWW: <<http://lekarske.slovníky.cz/pojem/heritabilita>>.
23. LOUDA, F., **2007**: Zásady využívání plemenných býků v podmínkách přirozené plemenitby. *Metodika Výzkumného ústavu pro chov skotu v Rapotíně* [online]. [cit. 2010-04-5]. Dostupné z WWW: <[http://www.agroporadenstvi.cz/UserFiles/File/vyuzivani\\_\\_byku/Pirozen%20plemenitba.pdf](http://www.agroporadenstvi.cz/UserFiles/File/vyuzivani__byku/Pirozen%20plemenitba.pdf)>.
24. MARVAN, F., HAMPL, A., HLOŽÁNKOVÁ, E., KRESAN, J., MASSANYI, L., VERNEROVÁ, E., JELÍNEK, K., **1998**: *Morfologie hospodářských zvířat*. Nakladatelství Brázda, Praha, 304 s. + 24 s. přílohy
25. MIHOLOVÁ, B., LIPSKÝ, D., **1976**: *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 258 s.
26. MUSIL, R., **1987**: *Vznik, vývoj a vymírání savců*. Academia, Praha, 292 s.
27. OWEN-SMITH, R. N., **1975**: The Social Ethology of the White Rhinoceros. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, No. 38, pp. 337–384
28. OCHS, A. **2005** In: HERMES, R., GÖRITZ, F., STREICH, W. J., HILDENBRANDT, T. B., **2007**: Assisted reproduction in female rhinoceros and elephants- current status and future perspective. *Reproduction in domestic animals* [online]., issue 42 (Suppl.2), pp. 33–44, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1245581904](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1245581904)>.
29. PIENAAR, D. J., **1994**: Social organization and behaviour of the white rhinoceros *Symposium on rhinos as game ranch animals. Onderstepoort, Republic of South Africa, 9-10 September* [online]., pp. 87-92, tables 1-2, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinosourcecenter.com/ref\\_files/1245152449.pdf](http://www.rhinosourcecenter.com/ref_files/1245152449.pdf)>.
30. RADCLIFFE, R. W., CZEKALA, N. M., OSOFSKY, S. A., **1997**: Combined serial ultrasonography and fecal progesterin analysis for reproductive evaluation of the female

White rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*): Preliminary Results. *Zoo Biology* [online]., 16, pp. 445–456, [cit. 2010-04-20].

Dostupné z WWW: <[http://www.rhinoresourcecenter.com/ref\\_files/1175862654.pdf](http://www.rhinoresourcecenter.com/ref_files/1175862654.pdf)>.

31. REECE, W. O., 1998: *Fyziologie domácích zvířat*. Grada Publishing, Praha, 456 s.
32. ROTH a kol., 2001 Převzato z: HERMES, R., GÖRITZ, F., STREICH, W. J., HILDENBRANDT, T. B., 2007: Assisted reproduction in female rhinoceros and elephants- current status and future perspective. *Reproduction in domestic animals* [online]., issue 42, pp. 33–44, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinoresourcecenter.com/ref\\_files/1245581904](http://www.rhinoresourcecenter.com/ref_files/1245581904)>.
33. ŘÍHA, J., PETELÍKOVÁ, J., ČEŘOVSKÝ, J., BAŽANT, J., BOCHENEK, M., PYTLOUN, J., 2003: *Plemenitba hospodářských zvířat*. Asociace chovatelů masných plemen v Rapotíně, Rapotín, 150 s.
34. ŘÍHA, J., JAKUBEC, V., JÍLEK, F., ILLEK, J., KVAPILÍK, J., HANUŠ, O., ČERMÁK, V., 2004: *Reprodukce v procesu šlechtění skotu*. Asociace chovatelů masných plemen v Rapotíně, Rapotín, 143 s.
35. SCHAFFER, E., FOLEY, G. L., GILL, S., POPE, E., 2001: Clinical implications of rhinoceros reproductive tract anatomy and histology. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* [online]., No. 32(1): 31–46, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinoresourcecenter.com/ref\\_files/1175857613.pdf](http://www.rhinoresourcecenter.com/ref_files/1175857613.pdf)>.
36. SCHWARZENBERGER, F., WALZER, C., TOMASOVA, K., VAHALA, J., MEISTER, J., GOODROWE, K. L., ZIMA, J., STRAUSS, G., LYNCH, M., 1998: Faecal progesterone metabolite analysis for non-invasive monitoring of reproductive function in the white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Animal reproduction science* [online]., issue 53, pp. 173-190, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinoresourcecenter.com/ref\\_files/1253698591.pdf](http://www.rhinoresourcecenter.com/ref_files/1253698591.pdf)>.
37. SKINNER a kol., 2003, Převzato z: BITTER, B., 2009: Non-invasive reproductive monitoring of six wild female white rhinoceroses (*Ceratotherium simum simum*). *Doctoral thesis presented at the University of Utrecht* [online]., pp. 1-27, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinoresourcecenter.com/ref\\_files/1248800966.pdf](http://www.rhinoresourcecenter.com/ref_files/1248800966.pdf)>.
38. SOVA, Z., BUKVAJ, J., KOUDELA, K., KROUPOVÁ, V., PJEŠČAK, M., PODANÝ, J., 1990: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 472 s.



39. STOOPS a kol., 2004 **Převzato z:** HERMES, R., GÖRITZ, F., STREICH, W. J., HILDENBRANDT, T. B., 2007: Assisted reproduction in female rhinoceros and elephants- current status and future perspective. *Reproduction in domestic animals* [online]., issue 42 (Suppl.2), pp. 33–44, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.rhinoresourcecenter.com/ref\\_files/1245581904](http://www.rhinoresourcecenter.com/ref_files/1245581904)>.
40. ŠOCH, M., 2005: *Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu*. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 288 s.
41. UCOVÁ, S., 2009: Otazník nad budoucností nosorožce tuponosého severního. *Časopis Ochrana přírody* [online]., 2, s. 22-23, [cit. 2010-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/Vyzkum-a-dokumentace/otaznik-nad-budoucnosti-nosorozce-tuponoseho-severniho.html>>.
42. ZOO Dvůr Králové [online]. c2008 [cit. 2010-04-30]. Projekt Poslední šance. Dostupné z WWW: <<http://www.zoodvurkralove.cz/cs/pomahame-zviratum/nosorozcibili/posledni-sance/>>.