

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

Diplomová práca

2011

Bc, Branislav Revišák

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

Hodnotenie príčin neplodnosti rôznych druhov samcov hospodárskych zvierat

Diplomová práca

Študijný program: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Pracovisko (katedra/ústav): Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka
Vedúci záverečnej práce/školiťel': Ing. Slavomír Mindek, PhD.

Nitra 2011

Bc, Branislav Reviľák

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

FAKULTA: FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

Katedra: Katedra veterinárskych disciplín

ZADÁVACÍ PROTOKOL *diplomovej PRÁCE*

Študent: Branislav Reviľák

Študijný odbor: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka

Študijný program: Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2002 Vám zadávam tému *záverečnej práce*: Hodnotenie príčin neplodnosti rôznych druhov samcov hospodárskych zvierat.

POĎAKOVANIE

Touto cestou si dovoľujem poďakovať svojmu školiteľovi Ing. Slavomírovi Mindekovi, PhD. za profesionálne vedenie, podnetné rady a konzultácie, ako aj za osobnú zainteresovanosť počas celej prípravy, realizácie a spracovania diplomovej práce.

Abstrakt

Cieľom bakalárskej práce bolo zosumarizovať a analyzovať príčiny neplodnosti hospodárskych zvierat, popísať ich vplyvy a poukázať na hlavné zdroje príčin. Ešte donedávna problém neplodnosti samcov nebol tak rozšírený ako je v súčasnosti. Neplodnosť sa najviac vyskytuje v rozvojových krajinách akou je Amerika a Európa. Podľa výskumov sa predpokladá, že hlavnou príčinou neplodnosti je rozvoj priemyslu, pôsobenie rôznych chemických, fyzikálnych a toxických látok, ktoré ovplyvňujú spermatogézu alebo priamo na spermie. Tieto faktory by sme mohli rozdeliť na skupinu faktorov vyplývajúcich z vnútorného prostredia (endogénne faktory), hormonálne problémy, varikokéla, vek a iné. Medzi faktory z vonkajšieho prostredia (exogénne faktory) môžeme zaradiť napr.: ťažké kovy, rôzne chemické látky, niektoré zranenia, pohlavné prenosné ochorenia a iné. Vplyvom týchto faktorov dochádza k deformáciám spermií, zníženiu počtu oplodnenia schopných spermií (poruchy spermií na molekulovej úrovni), prípadne k pozastaveniu až úplnému zastaveniu tvorby spermií. Ak sa po vyšetrení spermioqramu odhalí príčina neplodnosti, zaháji sa príslušná liečba.

Kľúčové slová: spermatogéza, spermia, neplodnosť, príčiny neplodnosti, ťažké kovy.

Abstrakt

Aim of the work was to summarize and analyze the causes of livestock infertility, describe their effects and to highlight the main sources of reasons. Until recently the problem of male infertility was not as widespread as it is today. Infertility is the most occur in developing countries such as America and Europe. According to research assumes that the main cause of infertility is the development industry, the effect of various chemical, physical and toxic substances that directly affect spermatogenesis or sperm. These factors, we could divide to group of factors arising from the environment (endogenous factors), hormone problems, varicocele, age and others. Among the factors of external environment (exogenous factors) can be classified as: heavy metals, chemicals, some injuries, sexually transmitted diseases and others. Due to these factors, there is a distortion of sperm reducing the number of sperm capable of fertilization (sperm abnormalities in molecular level), possibly the suspension until a complete stop of sperm production. If the examination reveals the cause of the sperm infertility, the appropriate treatment will be initiated.

Key words: spermatogenesis, sperm, infertility, the causes of infertility, heavy metals.

Obsah

Úvod	
1 Cieľ práce	11
2 Metodika práce	12
3 Výsledky štúdia o súčasnom stave riešenej problematiky	13
3.1 Anatómia a fyziológia pohlavných orgánov samcov	13
3.1.1 Pohlavná sústava	13
3.1.1.1 Semenníky	13
3.1.1.2 Nadsemenník	14
3.1.1.3 Semenovod	14
3.1.1.4 Predstojnica	14
3.1.1.5 Pohlavný úd	14
3.1.1.6 Miešok	15
3.1.2 Druhové rozdiely v morfológii pohlavných orgánov	15
3.1.2.1 Pohlavné orgány býka	16
3.1.2.2 Pohlavné orgány kanca	16
3.1.2.3 Pohlavné orgány žrebca	16
3.1.2.4 Pohlavné orgány barana	17
3.1.2.5 Pohlavné orgány capa	17
3.1.3 Hormóny samčích pohlavných žliaz	18
3.2 Spermatogenéza	20
3.2.1 Stavba spermie	22

3.2.2	Možnosti počítačového hodnotenia kvality spermii v súčasnosti	25
3.3	Testácia plodnosti plemenníkov	30
3.4	Poruchy plodnosti – exogenné	31
3.4.1	Vplyv chemických látok na plodnosť a spermatogézu	31
3.4.2	Vplyv ťažkých kovov na reprodukciu samcov	33
3.4.2.1	Kadmium	34
3.4.2.2	Meď	35
3.4.2.3	Olovo	37
3.4.2.4	Zinok	38
3.4.3	Výživa zvierat	39
3.5	Poruchy plodnosti – endogénne	40
3.5.1	Imunologické poruchy – autoimunita	40
3.5.2	Varikokéla	40
3.6	Pohlavne nákazy	41
3.6.1	Kampylobakteriôza hovädzieho dobytká	41
3.6.2	Trichomonádová nákaza.	41
3.6.3	Žrebčia nákaza	41
3.7	Nešpecifické infekcie	42
3.7.1	Chlamydióza	42
3.7.2	Vírusové infekcie	42
3.7.3	Mykoplazmóza	43
4	Choroby reprodukčného aparátu plemenníkov	43

5 Medzidruhové kríženie a neplodnosť samcov s ním spojená	45
6. Záver	48
7. Použitá literatúra	49

Úvod

Jedným z najdôležitejších faktorov ekonomiky chovu hospodárskych zvierat je narušený priebeh pohlavných funkcií a pravidelná plodnosť samcov a samíc. Snahou každého chovateľa je maximálne využiť reprodukčný potenciál prípadne zvýšiť jeho kapacitu. V posledných rokoch vedci zistili, že vplyvom niektorých faktorov klesol počet spermíí v jednom mililitri, schopných oplodniť vajíčko. V súčasnosti sa týmto problémom znižovania počtu spermíí zaoberá množstvo vedcov a organizácií, ktoré skúmajú nielen znižovanie množstva, ale aj deformácie spermíí a hlavne príčinami vzniku týchto abnormalít, ktoré majú za následok zníženú schopnosť oplodnenia prípadne úplnú neplodnosť. V tejto diplomovej práci poukazujeme na fyziológiu spermíí a hlavne faktory, či už vnútorné alebo vonkajšie, ktoré negatívne vplyvajú na plodnosť samcov.

1 Cieľ práce

Cieľom našej diplomovej práce bola na základe dostupných literárnych zdrojov analyzovať a poukázať na najčastejšie príčiny neplodnosti. Taktiež poukázať na možné asociácie medzi rôznymi rizikovými faktormi, ako sú napr. kadmium, olovo, meď, zinok, ich negatívne účinky na spermatogézu, čiže čiastočnú alebo celkovú plodnosť, resp. neplodnosť samcov.

2 Metodika práce

Diplomová práca je rozdelená do niekoľkých kapitol a podkapitol pre lepšiu orientáciu v práci. V kapitole Úvod je zdôraznený význam a vysoká aktuálnosť práce danej témy spolu s oboznámením problematiky. Kapitola výsledky práce – štúdia o súčasnom stave riešenej problematiky zahŕňa hlavnú zložku diplomovej práce, ktorá vzniká postupným získavaním literárnych zdrojov (knižné vydania, časopisy, zborníky, internet), prípadne konzultácií, ktoré boli po sumarizácii logicky usporiadané do súčasnej podoby. Kapitola je rozdelená do viacerých podkapitol. Na začiatku je popísaná anatómia a fyziológia pohlavných orgánov, druhové rozdiely v morfológii pohlavných orgánov rôznych druhov hospodárskych zvierat a hormóny samčích pohlavných žliaz. V ďalších podkapitolách som popísal spermatogézu, testáciu plodnosti plemenníkov a poruchy plodnosti. Záver obsahuje sumarizáciu poznatkov a všeobecné závery vychádzajúce zo získaných poznatkov. Jednotlivé použité literárne zdroje sú uvedené v kapitole Použitá literatúra.

3 Výsledky práce – štúdia o súčasnom stave riešenej problematiky

3.1 Anatómia a fyziológia pohlavných orgánov samcov

3.1.1 Pohlavná sústava

Funkciou reprodukčnej sústavy je zabezpečiť tvorbu mužských pohlavných hormónov, spermatogézu (tvorbu spermií) a umožniť oplodnenie t.j. realizáciu pohlavného spojenia. Podobne ako aj ženské pohlavné orgány tak aj mužské pohlavné orgány delíme na vonkajšie a vnútorné.

Vnútorné pohlavné orgány muža tvoria semenníky, nadsemenníky, semenovody, predstojnica a močová rúra. Vonkajšie pohlavné orgány tvoria miešok a pohlavný úd.

3.1.1.1 Semenníky

Semenníky (testes) sú párový orgán, uložený mimo tela, v miešku. Vo vnútri semenníkov sú stočené semenotvorné kanáliky, v ktorých prebieha spermatogéza. Spermatogéza začína v puberte a končí až v starobe. Zrelá spermia je tvorená z hlavičky, krčku a bičika. V hlavičke je sústredený genetický materiál (chromozómy), krčok obsahuje energeticky bohaté látky a bičik zabezpečuje pohyb. Výživu dozrievajúcich spermií v semenotvorných kanálikoch zabezpečujú zvláštne bunky v stenách kanálikov - Sertoliho bunky. Jednotlivé semenotvorné kanáliky sa pri zadnom okraji semenníkov spájajú a vyúsťujú do kanálikov nadsemenníka.

V semenníkoch sa tvorí mužský pohlavný hormón testosterón. Na organizmus muža má podobné účinky ako estrogény na organizmus ženy. Je nevyhnutný pri vývine mužských pohlavných znakov (predstojnice, semenných vačkov, pohlavného údu a pod.) a sekundárnych

pohlavných znakov v puberte, ako je napr. zväčšenie hrtana a hlbší hlas, rast fúzov, ochlpenie, hrubšia koža, mohutnejšie svaly kostry (testosterón podporuje tvorbu bielkovín) a pod. Vplyvom testosterónu na CNS vzniká mužské pohlavné cítenie.

3.1.1.2 Nadsemenník

Nadsemenník (epididymis) produkuje hlienovitú látku, ktorá sa zmiešava so spermiami. Z nadsemenníka sú spermie pri ejakulačnom reflexe vypudené do semenovodov.

3.1.1.3 Semenovod

Semenovod (ductus deferens) je kanálik, ktorý prechádza od nadsemenníka cez brušnú dutinu a vyúsťuje do močovej rúry. Jeho dĺžka je asi 40 cm. Steny semenovodov tvorí hladká svalovina. Pred vyústením do močovej rúry prechádza semenovod cez predstojnicu.

3.1.1.4 Predstojnica

Predstojnica (prostata) je uložená pod močovým mechúrom. Produkuje riedky, mliečne zakalený sekret, ktorý sa zmiešava so spermiami a hlienovitou látkou vytvorenou v nadsemenníku, čím vzniká tekutina – ejakulát (semeno).

Pri pohlavnom vyvrcholení muža sa ejakulát dostáva do močovej rúry, ktorá prechádza pohlavným údom do pošvy ženy. Objem ejakulátu je asi 3 ml. V 1 ml ejakulátu sa nachádza približne 1 milión spermií.

3.1.1.5 Pohlavný úd

Pohlavný úd (penis) je toporivý orgán muža. Tvorí ho jedno párové a jedno nepárové dutinkaté teleso. Dutinkaté telesá tvorí tkanivo hubovitej štruktúry s bohatým krvným zásobením. Pri pohlavnom vzrušení sa zvýši prívod krvi do penisu, dutinky sa naplnia krvou a nastane erekcia – vzpriamenie penisu.

3.1.1.6 Miešok

Miešok (scrotum) je vak, v ktorom sú uložené semenníky. Semenníky v miešku majú asi o 4°C nižšiu teplotu ako je teplota tela. Spermie môžu dozrieť iba pri tejto teplote.

3.1.2 Druhové rozdiely v morfológii pohlavných orgánov

3.1.2.1 Pohlavné orgány býka

Miešok býka sa nachádza v lonovej oblasti. Pri základni sa zužuje a visí medzi panvovými končatinami.

Semenníky sú veľké, valcovité. V miešku ležia tak, že dlhá os prebieha zvisle, hlavový koniec prebieha dorzálne a prísemenníkový okraj kaudálne. Hmotnosť semenníkov sa pohybuje okolo 250-300 g.

Kanálik semenovodu je dlhý asi 500 mm. Pred vyústením sa rozširuje a vytvára váčik semenovodu.

Mechúrikovité žľazy sú párové žľazy hroznovitého tvaru dlhé asi 120 mm. Telo prostaty je malé, ploché, nepárové: leží dorzálne na močovej rúre. Roztrúsená časť sa nachádza okolo močovej rúry. Bulbouretrálne žľazy sú veľkosti vlašského orecha.

Pohlavný úd je tenký, relatívne veľmi dlhý, valcovitého tvaru, pri erekcii meria až 1m. Má tuhú konzistenciu, a preto sa ani pri ochabnutí neskracuje a vytvára za mieškom pretiahnutú esovitú slučku, ktorá sa pri erekcii vyrovnáva. Žalud' je málo vyvinutý a pripája sa na zúžený krček pohlavného údu. Močová rúra sa otáča po ľavej strane pohlavného údu a vyúsťuje na úrovni žalud'a.

Semenníky zostupujú do mieška tesne pred uliahnutím alebo v období pôrodu. Diferenciácia tkanív sa začína vo veku 3-4 mesiacov tvorbou Leydigových buniek, zatiaľ čo spermocyty pozorujeme v stočených semenotvorných kanálikoch až vo veku 2-3 mesiacov. Hotové spermie sa nachádzajú voľne v stočených semenotvorných kanálikoch vo veku 8-10 mesiacov.

3.1.2.2 Pohlavné orgány kanca

Miešok kanca leží v blízkosti ritného otvoru a má širokú základňu.

Semenníky Ležia šikmo, takže hlavový koniec smeruje ventrokraniaálne a prisemenníkový okraj dorzokraniaálne. Hmotnosť semenníka dospelých kancov sa pohybuje okolo 300 g. Kanálik prisemenníka je dlhý 550-650 mm a jeho lúmen je 0,3-2 mm. Ampuly semenovodu chýbajú.

Mechúrikovité žľazy dospelých kancov ú kompaktné útvary dlhé až 150 mm a široké 100 mm. Prostata ako nepárová žľaza leží dorzálne na močovej rúre a jej druhá časť je roztrúsená v stene močovej rúry. Bulbouretrálne žľazy ležia asi 100-150 mm kaudálne od mechúrikovitých žliaz. Sú tiež dobre vyvinuté a dosahujú dĺžku asi 150-200 mm.

Pohlavný úd pri erekcii dosahuje dĺžku 600-700 mm a časť, ktorá sa zavedie do pošvy, je dlhá 300-350 mm. V strednej časti v blízkosti panvy je esovite zakrivený. Toto zakrivenie sa pri erekcii vyrovnáva. Vrchol pohlavného údu je skrutkovite stočený doľava. Toto umožňuje kancovi zasunúť hrot pohlavného údu do značnej hĺbky medzi riasy krčku maternice .

Predkožka je v kaudálnej časti zúžená, Kraniaálne sa rozširuje. Dorzálna stena kraniaálnej časti vytvára vačkovitú vydutinu , v ktorej sa hromadí moč a ktorá nepríjemne zapácha.

3.1.2.3 Pohlavné orgány žrebca

Miešok žrebca sa nachádza v lonovej oblasti.

Semenníky ležia horizontálne tak, že hlavový koniec je obrátený kraniaálne a prisemenníkový koniec dorzálne. Ich hmotnosť je 150-300 g a dĺžka 100-200 mm. Dĺžka rozvinutého kanálika prisemenníka dosahuje až 800 mm. Semenovody sa rozširujú, vytvárajú vačky semenovodu a spájajú sa s vývodmi mechúrikovitých žliaz. Tieto žľazy sú vlastne duté útvary hrubé 40-60 mm a dlhé 150-150 mm. Prostata pozostáva z dvoch postranných lalokov, ktoré navzájom spája užší most. Leží na začiatku močovej rúry a vyúsťuje do nej na každej strane 16-18 vývodmi. Bulbouretrálne žľazy sú malé, veľkosti vlašského orecha a na každej strane z nich vystupuje 6-8 vývodov.

Pohlavný úd je zo strán stlačený. Dorzálne sa tiahne žliabok pre krvné cievy a nervy,

ventrálne žľab pre močovú rúru. Pohlavný úd sa končí žalud'om, ktorý vytvára za krčkom mohutný obvodový sval. Je šikmo zrezaný ventrokaudálnym smerom a uprostred tejto plochy sa nachádza jama, do ktorej vyúsťuje výbežok močovej rúry.

3.1.2.4 Pohlavné orgány barana

Miešok leží v lonovej časti, pri základni sa zužuje a celý silne zarastá chlpmi.

Semenníky sú relatívne veľké, ich hmotnosť je 200-300 g. Ležia dlhou osou kolmo k zemi tak, že hlava prisemenníka je dorzálne, chvost ventrálne a prisemenníkový okraj kaudálne. Kanálik prisemenníka je dlhý 52-58 mm.

Semonovody sa rozširujú, vytvárajú ampuly a ústi s vývodmi mechúrikovitých žliaz do močovej rúry. Z predstojnej žľazy sa vyvinuli len malé časti. Bulbourotrálne žľazy sú veľké ako lieskový orech.

Pohlavný úd vytvára esovité zakrivenie. Pri erekcii je dlhý asi 300 mm. Na krček sa pripája málo výrazný žalud'. Po jeho ľavej strane sa stáča močová rúra, ktorá presahuje vrchol žalud'a o 30-40 mm.

Semenníky zostupujú obyčajne v čase liahnutia, ale aj počas vývoja zvyčajne do veku 100-150 dní.

Spermioγένéza sa začína vo veku 80-90 dní a trvá asi 49 dní. Živé spermie môžeme získať vo veku 140-50 dní.

3.1.2.5 Pohlavné orgány capa

Miešok capa sa nachádza v lonovej oblasti, pri základni sa zužuje a zarastá chlpmi.

Semenníky sú postavené dorzálnou osou zvisle, Hlavový koniec smeruje dorzálne a prisemenníkový okraj sa stáča mediálnym smerom. Ich hmotnosť sa pohybuje od 50 do 150 g.

Prisemenníky ležia mediálne, semenovody vyúsťujú sa začiatku močovej rúry spoločne s vývodmi mechúrikovitých žliaz. Mechúrikovité žľazy majú párové telo. Predstojná žľaza je roztrúsená okolo močovej rúry. Bulbouretrálne žľazy sú veľké asi ako lieskový orech.

Pohlavný úd vytvára za mieškom esovitú slučku. Menej vyvinutý žalud' sa pripája na zúžený krček. Močová rúra presahuje vrchol žalud'a asi o 10-20 mm.

3.1.3 Hormóny samčích pohlavných žliaz

Semenníky sú zmiešané žľazy s exokrinnou aj endokrinnou funkciou. Ich exokrinná funkcia je v tvorbe pohlavných buniek (spermii) a rozvíja sa až na určitom stupni ontogenetického jedinca. Endokrinná funkcia je v tvorbe osobitných hormónov. Nastáva vo včasnom období pohlavného dospievania.

Dôležitosť semenníkov pre pohlavnosť samcov je známe už dávno. Ich endokrinnú funkciu však zistili až v roku 1770 Hunter a roku 1849 Berthold pomocou kastrácie zvierat. Zistili, že nepriaznivým dôsledkom kastrácie samcov možno zabrániť podkožnou implantáciou semenníkov.

Dôsledky kastrácie samčích pohlavných žliaz sú rozdielne podľa toho, či sa kastrácia urobila pred ukončením pohlavného dospievania sa celkom zastaví rozvoj pohlavných orgánov a ich funkcií. Sekundárne pohlavné znaky sa nevyvíjajú. Epifýzové štrbiny dlhých kostí sa zatvárajú oneskorene, preto kosti narastajú do nadmernej dĺžky. Výrazné zmeny sa prejavujú aj na srsti alebo perí.

Kastrácia výrazne ovplyvňuje aj nervovú činnosť samcov a vyvoláva výrazne zmeny v správaní. Kastrované zvieratá strácajú bojovnosť a celkovú biologickú aktivitu. Túto skutočnosť človek pozná už dávno. U živočíchov robí kastráciu preto, aby ich mohol lepšie ovládať. Po kastrácii sa hlas zvierat'a stáva tenkým.

Za základný samčí pohlavný hormón sa pokladá **testosterón**, ktorý sa tvorí v Leydigových intersticiálnych bunkách. Aktívny hormónový extrakt z býčích semenníkov získal roku 1927 McGee, samčí pohlavný hormón izoloval v kryštalickej forme a identifikoval David (1935). Krátko po ňom a nezávisle od seba syntetizoval testosterón Butenandt s Hanischom a Ruzicka.

V semenníkoch sa testosterón tvarí z cholesterolu, pričom vznikajú rozličné intermediárne metabolity aj malé množstvo samičích pohlavných hormónov:

acelát → cholesterol → pregnenolón → progesterón → androstendión → testosterón

Pri katabolizme testosterónu vzniká intermediárny metabolit androsterón a eticholanol, ktoré sa vylučujú močom. Z ich množstva v moči sa dá pomerne dobre usudzovať o endokrínnej činnosti semenníkov.

Testosterón ovplyvňuje najmä tieto fyziologické deje:

- stimuluje spermatogézu (vysoké dávky tohto hormónu ju však nepodnecujú, naopak utlmujú), podporuje rast semenotvorných kanálikov a zvyšuje aktivitu enzýmu hyaluronidázy,
- predlžuje životnosť spermií v nadsemenníkoch,
- zintenzivňuje rast a sekrečnú aktivitu prídavných pohlavných žliaz (prostata, mechúrikovitá žľaza), pôsobí aj na veľkosť pohlavného údu a mieška,
- stimuluje formovanie charakteristických sekundárnych pohlavných znakov. U niektorých druhov cicavcov vznik hrivy, parohov, zmeny srsti, zvyšuje tvorbu kožného mazu, modifikuje hlas,
- stimuluje typické bojové správanie samcov a ovplyvňuje hierarchické vzťahy medzi jedincami istého živočíšneho druhu,
- tlmí činnosť týmusu,
- Ovplyvňuje metabolické deje organizmu, najmä premenu bielkovín – stimuluje proteosyntézu, čo sa napokon prejaví rozvojom mohutnejších svalov u samcov,
- ma výrazný termoregulačný vplyv na miešok, čo je nevyhnutné pre riadny priebeh spermatogenézy,

Väčšina testosterónu sa v krvnej plazme viaže na bielkoviny, najmä na β -globulín, čiastočne aj na albumíny.

Po podávaní väčšieho množstva testosterónu môžu v organizme samcov nastať vážne

poruchy – hypertestosteronizmus. Tieto poruchy vznikajú aj pri hyperfunkcii semenníkov i pri ich nádorových procesoch. Predpubertálny hypertestosteronizmus sa prejavuje predčasnou pubertou, predčasným pohlavným dospievaním. Vysoké dávky testosterónu v dospelom organizme vyvolávajú najmä podráždenosť a poruchy rovnováhy.

Chemické zlúčeniny, ktoré inhibujú účinky testosterónu, nazývajú sa antiandrogény. Antiandrogény blokujú bielkovinové receptory v bunkových membránach cieľových orgánov, s tak zabráňujú uplatniť sa testosterónu.

Slabú činnosť semenníkov – zníženú schopnosť rozmnožovania (potencia generandi) a schopnosť oplodnenia (potencia coeundi) možno podporovať podávaním samčích pohlavných hormónov, podväzovaním semenovodov, implantáciou semenníkov. Tieto zásahy - omladzovacie metódy – majú však krátkodobé účinky, po ich uplynutí sa organizmus celkom vyčerpá, ba môže nastať aj smrť.

Tvorbu testosterónu regulujú najmä hormóny adenohipofýzy. Z vonkajších faktorov jeho tvorbu ovplyvňuje (u cicavcov, vtákov, ale aj rýb) najmä svetlo a teplo (prostredníctvom zmyslových orgánov a hypotalamu).

3.2 Spermatogenéza

Spermie sa vyvíjajú v semenotvorných kanálikoch semenníkov. Základy semenotvorných kanálikov vznikajú už počas embryonálneho vývoja jedinca v podobe pohlavných povrazcov. V pohlavných povrazcoch možno rozoznať prvopohlavné bunky – gonocyty a bunky podporné (Sertoliho). Gonocyty definoval Sapsford (1962) ako zárodočné bunky pred ich diferenciáciou na spermogónie. Gonocyty sa rozmnožujú a niekoľko mesiacov pred narodením jedinca z nich vznikajú vlastné materské bunky – spermogónie.

Spermatogenéza prebieha v pravidelných cykloch a nemožno ju urýchliť ani spomaliť. Tieto cykly nasledujú za sebou v presných časových intervaloch, pričom sa každý nový cyklus začína asi o $\frac{1}{4}$ dĺžky cyklu neskôr než predchádzajúci (Gamčík a Kozumplík, 1976). Ďalej

uvádzajú, že v stene semenotvorných kanálikov sa vyskytujú 4 bunkové generácie, ale každá z nich je z iného spermatogenného cyklu. Pri zvieratách a normálne vyvinutým pohlavným systémom prebieha spermatogéza celý život a končí v starobe.

Spermatogénny cyklus tvorí rozmnožovanie, meióza a metamorfóza (Kliment, Štastný 1981, Gamčík a Kozumplík, 1976).

Rozmnožovanie je spojené s mnohonásobným delením a postupnou diferenciáciou buniek. Vznikajú spermogónie. Spermogónie sú definované ako zárodočné bunky, ktoré vznikli z gonocytov a nachádzajú sa v parietálnej vrstve semenotvorných kanálikov. Ich posledná generácia dáva vznik primárnym spermocytoom (Johnson, Gomes, Vandemark, 1970).

A_0 – spermogónia alebo tiež prespermogónia je definovaná Sapsfordom (1962) ako gonocyt v ktorom prebehla fúzia jadra. U mladých potkanov tieto prespermogónie môžu dať základ novým prespermogóniam, A_1 spermogóniam alebo intermediálnym spermogóniam (Steinberger, 1965; Hilscher a Makovski, 1968).

U dospelých zvierat, A_0 – spermogónie sú opísané u viacerých druhov (Clermont a Bustos, 1966).

A - spermogónie sú veľké bunky s okrúhlym jadrom a na povrchu s chromatinom. Nachádzajú sa na obvodě semenotvorných kanálikov. Vo svojich prácach ich opísali Leblond a Clermont, 1952 u potkana; Ortavan, 1956 u barana; Hochereau, 1967 u býka.

Im – intermediálne spermogónie vznikajú delením A spermogónie tak, že okrem jednej dcérskej bunky vzniká druhá bunka vyššie diferencovaná (Gamčík a Kozumplík, 1976). Jej jadro je bohatšie na chromatin. U potkana generácie Im spermogónií opísali Leblond a Clermont, 1952 u potkana; Ortavan, 1956 u barana; Hochereau, 1967 u býka.

B – spermogónie sú pokračovaním Im spermogónií po niekoľko násobnom delení a rozmnožení. Chromatin sa nachádza v blízkosti jadrovej membrány. Veľkosť sa mení počas mitotického delenia. Delením B – spermogónií vznikajú spermocyty I. radu (Clermont, 1956).

Spermocyty I. radu – primárne podliehajú meiotickému deleniu. Postupujú od obvodu

semenotvorných kanálikov smerom do stredu a vytvárajú druhý rad semenotvorných buniek. Po prvom meiotickom delení vznikajú zo spermioctov I. radu spermiocty II. radu a pri druhom delení spermatídy, posledná a najpočetnejšia generácia vo vývoji spermií (Leblond a Clermont, 1952; Gamčík a Kozumplík, 1976).

Prvé meioické delenie sa týka spermioctov I. radu. Je charakteristické veľmi dlhou profázou zloženou z leptotenného, zygotenného, pachytenného, diplotenného štádia a diakinézy; pokračuje metafázou, anafázou a telofázou (Johnson, Gomes, Vandemark, 1970; Gamčík a Kozumplík, 1976). Tieto štádia podrobne opísali Leblond a Clermont, 1952 u potkana; Clermont, 1960 u morského prasaťa a škrečka; Ortavan, 1956 u barana; Kramar, 1960 u býky; Clermont, 1966; Roosen – Runge, 1955 u človeka.

Druhé meiotické delenie – zo spermioctov II. radu vznikajú spermatídy. Vznikom spermatíd sa končí delenie vyvíjajúcich sa samčích pohlavných buniek. Spermatídy sú malé, okrúhle, prípadne polygonálne bunky. Jadro obsahuje chromatinové granule. Spermatídy sa nachádzajú pri lúmene semenotvorných kanálikov a sú uložené do zväzkov v cytoplazme Sertoliho buniek (Sapsford, 1967).

Meiotické delenie a spermiocty I. radu znamenajú v spermatogenéze kritické štádium. Pri porušení deliaceho procesu sa môžu vyvinuť spermie bez fertilizačných vlastností (Gamčík a Kozumplík, 1976).

Metamorfóza – v tomto období sa mení spermatída na spermium (Johnson, Gomes, Vandemark, 1970).

3.2.1 Stavba spermie

Spermia má v porovnaní s inými bunkami osobitnú stavbu, ktorá je podmienená jej špecifickým poslaním – aktívnym pohybom a fertilizáciou.

Medzi spermiami hospodárskych zvierat existujú druhové rozdiely a tvarové odchýlky. Priemerná dĺžka spermie sa pohybuje v medziach 55 – 75 μ s podielom hmotnosti v hlavičke 51 % z celkovej hmotnosti spermie

Spermia sa skladá z hlavičky a bičíka.

Hlavička sa sformovala v procese spermiogenézy z jadra, ktoré tvorí jej základnú zložku. Hlavička je zo strán sploštený útvar, ktorý je na apikálnom konci širší a v mieste spojenia s bičíkom sa zužuje. Hlavičky spermií kanca, žrebca a psa sú takmer pravidelne oválne, zatiaľ čo hlavičky spermií prežúvavcov sú užšie a kratšie. Hlavičky spermií vtákov sú cylindrického tvaru so zahroteným apikálnym koncom.

Hlavička pozostáva z nukleoplazmy, štruktúr nukleárneho pôvodu akrozomálneho systému a postakrozomovej čiapočky. Vzhľadom na lokalizáciu dedičného materiálu v nukleoplazme má hlavičky v procese oplodnenia významne miesto.

Prednú časť hlavičky pokrýva akrozómová čiapočka. Je to dôležitý aparát, ktorý určuje tvar hlavičky. Má významnú úlohu pri oplodnení. Skladá sa z veľmi jemnej dvojitej blanky, ktorá uzatvára vo vnútri akrozómovú hmotu s množstvom polysacharidov a enzýmov. Zadná časť akrozómu je identická s ekvatoriálnym segmentom alebo strednou časťou hlavičky spermie. Na konci tejto časti obidve membrány splývajú.

Pri normálnych spermiách akrozóm sotva vidieť. Po poškodení cytoplazmatickej membrány prijíma vodu, napučiava a stáva sa viditeľným. Môže sa uvoľniť alebo praskať.

Penetračná funkcia akrozómu sa prejaví pri kontakte s vajíčkom, akrozómová membrána sa rozpadáva a uvoľňujú sa akrozómálne enzýmy.

Postakrozómová čiapočka obaluje zadnú časť jadra od ekvatoriálneho segmentu po bázu (asi 40 % dĺžky jadra). Má kalíškovitý tvar, a preto sa nazýva kalíšok. Pozostáva z jednovrstvovej palisády mikrotubulov. Pri zadnom okraji jadra sa pripája k jadrovej cytoplazmatickej membráne.

Medzi postnukleárnou čiapočkou a jadrovou membránou je nepravidelná vrstva hustého materiálu.

Medzi apikálnym koncom jadra a akrozómom sa nachádza tyčinkový útvar označený ako perforátorium. Celé jadro hlavičky vyplňa nukleoplazma ako homogénna a kompaktná štruktúra. Je nositeľom otcovského dedičného materiálu viazaného v kondenzovanej forme na DNA, ktorá sa viaže na bázičný nukleoproteín. V jadre sa nachádzajú chromozómy v chromatinovej forme.

Na sagitálnom reze hlavičky sú lamelárne štrukturálne prvky, ktoré sa javia ako konzoly

paralelne s dĺžkou konvexnej časti spermie. Na ich povrchu sú slúčkovité zhrubnutia, ktoré zabezpečujú kompaktnú väzbu membrán.

Jadro obaluje hrubá elastická jadrová blana. Tvorí dvojvrstvovú obal, na ktorom možno vidieť výrazné invaginácie medzi hlavičkou a bičíkom.

Na malom priestore v okolí bazálnych teliesok sa nachádzajú jadrové póry. Predpokladá sa, že v tomto mieste nastáva syntéza informačnej RNK

Bičík. Štrukturálne a vývojovo najdôležitejšou časťou spermie je kľčok čiže centriolový oddiel. Základ kľčka tvoria dva centrioly (proximálny a distálny) a segmentové chordy. Z oboch centriolov sa zachováva proximálny, ktorý tvorí hlavicu bičíka, kým distálny, z ktorého vzniká axonéma, je rudimentárny.

Medzi hlavičkou a bičíkom vzniká spojenie kĺbu, implantačná jamka hlavičky kopíruje implantačnú hlavicu bičíka.

Ďalšiu časť bičíka tvorí komplex osových vlákien s charakteristickým usporiadaním. V strede komplexu sú duté vlákna a zvyšok 18 vlákien je v dvoch koncentrických kruhoch okolo nich. Vnútorý kruh tvorí deväť dvojítých vlákien (dublety), z ktorých vždy jedno je duté a druhé plné. Z každého plného elementu (A) vystupujú dvojramenné výbežky k druhému dutému elementu. Komplex dubletov tvorí axonému. Aj vonkajší kruh sa skladá z deviatich vlákien, ktoré sú však plné a na rozdiel od axonemických elementov nepresahujú hlavný oddiel bičíka.

Mitochondriálny oddiel sa pripája na kľčok spermie a na distálnom konci ho ohraničuje Jensenov prstenec.

Na spojovacom oddiele je osovú vlákno obalené ľavotočivo špirálovite prebiehajúcim vláknom, tzv. špirálovou pošvou, mitochondriálnou membránou tvorenou z mitochondrií. Je to respiračný aparát spermie. Formuje sa z rozdielneho počtu mitochondrií (podľa autorov zo 65 – 75, podľa iných z 80 -90 mitochondrií). Mitochondrie býka majú hrúbku asi 0,12 μm , dĺžku 1,3 μm a každá tvorí asi 0,75 kruhu špirály. Ich objem je asi 1,359 μm^3 a celková plocha 44,5 μm^2 , Špirálu tvoria tri vlákna, ktoré majú po 24 závitov (podľa Bahra a Englera), takže na jednu

špirálu pripadá 24 -25 mitochondrií. Iní autori uvádzajú, že počet závitov špirálového puzdra je 60 až 80.

Mitochondrie špirály sa líšia od mitochondrií somatických buniek nielen tvarom, ale aj Ultraštruktúrov. Vytvárajú sa v nich medzimembránové priestory, okolo ktorých sa rozlične kondenzuje matrix.

Posledný závit špirály je pri Jensenovom prstenci, ktorý na pozdĺžnych rezoch má tvar rovnoramenných trojuholníkov.

Najdlhšou časťou je hlavný oddiel. Jeho os tvoria už spomenuté vlákna – fibrily (2 + 9 + 9). Hrúbka dvoch centrálnych vlákien a 9 vlákien vnútorného kruhu je približne päťkrát menšia než hrúbka vlákien vonkajšieho kruhu (1., 5. a 6). Vlákna sa postupne stenčujú a rozdiely v ich hrúbke sa vyrovnávajú.

Terminálny oddiel tvoria dve fibrily osového vlákna, lebo keratinoidná špirála – helix sa končí na hlavnej časti bičíka. Osové vlákno tu môže byť rozvláknené na jednotlivé filamenty.

Celý povrch spermie pokrýva súvislá dvojvrstvomembrána citlivá na osmotické pomery.

3.2.2 Možnosti počítačového hodnotenia kvality spermií v súčasnosti

Používanie komputerových metód na analýzu ejakulátov, hodnotenie fertility a sterility v humánnej a veterinárnej andrológii už zaznamenalo značnú pozornosť v celosvetovom meradle. Je množstvo spôsobov a zariadení pre hodnotenie kvality ejakulátu napr.:

turbidimetricky, spektrofotometricky, fotomikrografické metódy, ďalej sú to prístroje, ktoré sú zahrnuté do skupiny pod spoločným označením CASA (Computer - Automated Semen Analyzer), a ešte prístroje, ktoré sa v súčasnosti overujú prípadne používajú na experimentálnej úrovni, na báze laserových spektroskopov (Johnston et al. 1995).

Každodenne sa na insemináčnych staniciach rutinne analyzuje a zisťuje koncentrácia spermií, pohyblivosť spermií, pH ejakulátu, aglutinácia spermií, morfológicky zmenené spermie a

pod. Tradíciou sa stáva, že motilita spermií a morfológicky zmenené spermie sú hodnotené subjektívne a koncentrácia spermií sa zisťuje pomocou hemocytometra prípadne fotometricky. Často sa používajú na meranie koncentrácií spermií komôrky rôzneho prevedenia, aby sa dosiahli čo najobjektívnejšie výsledky. Do dnešnej doby sa stále vo väčšej miere používajú pracné manuálne analýzy (Johnson et al. 1996). Používanie počítačového analyzátoru spermií je sľubnou alternatívou v porovnaní s tradičným postupom vizualizácie pohyblivosti spermií a hemocytometrickým hodnotením koncentrácie spermií (Massányi et al. 1991, Massányi et al. 1995)

V tomto príspevku chceme stručne charakterizovať niektoré prístroje, ktoré patria do skupiny CASA. Jedná sa o prístroje v súčasnosti najpoužívanejšie pri vyšetovaní kvality spermií či u mužov alebo samcov hospodárskych a laboratórnych zvierat.

Najväčším výrobcom prístrojov pre analýzu spermií ktoré, patria do skupiny CASA je americká firma Hamilton Thorn Research Inc. Analyzátory spermií pod označením HTM (Hamilton Thorn Motility Analyzer) sú v rôznych verziách. V súčasnosti najrozšírenejšia verzia na svete je 10 alebo systém IVOS – HTM (Integral Vizual Optical System HTM) Farrell et al. 1995. Prístroj môžeme stručne charakterizovať ako kompaktný, so zabudovanou analyzačnou komorou, obrazovkou, funkčnými klávesmi a tlačiarňou. K tejto jednotke je možné pripojiť externú tlačiareň, klávesnicu, myš aj monitor.

Ejakulát sa hodnotí v kvapke prenesenej na špeciálne upravené podložné sklíčko s mikrocelulami o objeme 2, 10, 15, 20, 200 ml na vyhrievanom stolíku.

Toto podložné sklíčko sa upevní na predhriaty výsuvný stolček (môže sa nastaviť na 20°C – 40°C). Samotná analýza prebieha automaticky na základe úvodom zadaných parametrov (Setup). Vyhodnotenie prebieha na základe veľkosti, pohyblivosti, svetlosti, odrazu a zadržiavania svetelných lúčov spermiami. Analýza môže prebiehať pri vlnovej dĺžke 660 nm (použitím fázového kontrastu) alebo 882 nm (použitím tmavého poľa). Prístroj si vyberá polia pre analýzu buď automaticky alebo sa môžu manuálne určiť. Vstupné parametre – Setup parametre sú výrobcom priamo nastavená pre vybrané druhy spermií, prípadne je možné tieto údaje nastaviť pre vlastné účely. Pri každom vyhodnotení spermií musia byť udané aj setup parametre podľa ktorých došlo k analýze vzorky.

V metodikom manuály prístroja sú setup parametre údaje rozpísané pre spermie, žrebčie, býčie, králičie, myšie, potkanie a mužské.

Samotná dĺžka analýzy je závislá podľa zadaných hodnotiacich kritérií, ale maximálne trvá 3 minúty. Výstupné údaje zaznamenáva tlačiareň. Údaje obsahujú základné dáta a výsledky analýzy.

Výsledky analýzy sú:

- pohyblivosť v (%)
 - celkový počet spermíí (106 / ml, v celej vzorke, v inseminačnej dávke)
- stredná dráhová rýchlosť - VAP (m m / s)
- progresívny pohyb vo vzorke, v dávke (%)
- priamosť pohybu - STR (%)
- rýchlosť dráhy (m m / s)
- progresívna rýchlosť (m m / s)
- linearita – priamosť pohybu (%)
- laterálna pohyb hlavičky (m m)
- plocha hlavičky (m m²)

Údaje získava analyzátor podľa prepočtov ktorých schéma je znázornená na obrázku č. 3.

Dané výsledky sú prepočítané na objem vzorky, objem celého ejakulátu a prístroj je schopný zistiť množstvo ejakulátu, ktoré je potrebné na kvalitnú inseminačnú dávku podľa kritérií. Popri týchto základných parametroch je možnosť využiť prístroj pre základnú morfometrickú charakteristiku spermíí. Pri tejto analýza je využívaný špeciálny algoritmus pre rozsah dĺžky a šírky hlavičky.

Ďalším prístrojom zahrnutých do skupiny CASA je výrobok CellSoft firmy Cryo Resources, Ltd.. Jedná sa o kompaktný a veľmi jednoduchý analyzátor spermíí, ktorý nám neponúka takú širokú škálu výsledkov ako HTM. Vzorky ejakulátov sa hodnotia na špeciálnych

komôrkach o objeme 10 m m. Princíp analýzy je totožný ako u predchádzajúceho prístroja. Pri každom hodnotení sa posudzuje minimálne 4 maximálne 20 zorných polí. Celkovo sa hodnotí 200 spermíí. Analyzátor nám hodnotí:

- koncentráciu spermíí ($10^6 / \text{mL}$)
- pohyblivosť spermíí (%)
- progresívny pohyb (%)
- laterálny pohyb hlavičky (m m)
- priemerná lineárna rýchlosť (m m.s-1)
- priemerná linearita (m m.s-1)
- frekvencia prekríženia priemernej dráhy (m m.s-1)

Tento prístroj pre svoju jednoduchosť a finančnú nenáročnosť patrí medzi najvýhodnejšie pre laboratóriá inseminačných staníc.

Posledným prístrojom, ktorý charakterizujeme je prístroj s označením Sperm Quality Analyzer (SQA). Má jednoduchú obsluhu a vykazuje dobrú koreláciu medzi indexom pohyblivosti, koncentráciou spermíí a množstvom iných parametrov pre hodnotenie spermíí. Tento prístroj sa využíva hlavne v humánnej andrológii pričom je kvalitatívne porovnateľný s HTM analyzátorom. SQA pracuje na systéme pri ktorom zachytáva variačnú optickú denzitu ako súhrn pohyblivých partikul. Na analýzu je potrebné malé množstvo ejakulátu. SQA vyhodnocuje tieto parametre:

- index pohyblivosti spermíí
- objem (mL)
- koncentráciu ($10^6 / \text{mL}$)
- pohyblivosť (%)
- koncentrácia pohybujúcich sa spermíí ($10^6 / \text{mL}$)

Aj pri tomto prístroji je možné zadať parametre podľa ktorých má analýzu vykonať a tým

získať čo najpreukázanejšie výsledky. Tento prístroj vykazuje vysokú spoľahlivosť len vznikajú problémy medzi hodnoteniami spermíí a prípadnými nečistotami vo vzorke. Preto využitie je možné len v čistých priestoroch.

Na záver je potrebné charakterizovať software pre hodnotenie spermíí vyvinutý talianskou firmou Delta Sistemi, ktorý je ponúkaný pod komerčným názvom Superimposed Image Analysis System (SIAS). Pre použitie tohoto softveru je nutné príslušenstvo, ktoré pozostáva s optického mikroskopu, napojenej videokamery, monitor, PC (procesorom Pentium), IP8 grafickou kartou, software SIAS, laserová tlačiareň. Prenesený obraz z videokamery do počítača sa analyzuje na základe kinetických parametrov spermíí. Systém je schopný vykonávať kinetickú analýzu obrazu. Hodnotí sa 6 sekvencií na monitore PC. Vyhodnotenie je zvlášť zapísané do nového súboru a udáva:

- motilitu spermíí (%)
- priamosť pohybu (%)
- koncentráciu spermíí (10⁶ / mL)
- nepriamosť pohybu

V tomto prehľade sme sa snažili stručne charakterizovať prístroje určené pre analýzu spermíí v súčasnosti vo svete používané. Zhodnotili sme prístroje zahrnuté do skupiny CASA a to HTM analyzer, CellSoft, Sperm Quality Analyzer, a software určený na analýzu spermíí SIAS. Uvádzané zariadenia sú akreditované WHO. Dospeli sme k záveru, že väčšina prístrojov nám udáva tie isté parametre no cenovými reláciami a náročnosťou obsluhy sú veľké rozdiely. Moderné analytické metódy ejakulátov sú závislé od kvalifikovaného laboratórneho personálu a od kvalitného prístrojového vybavenia laboratórií. Ostáva na zváženie fakt že na Slovensku sa nenachádza ani jeden prístroj tejto kategórie. Bolo by na zváženie vytipovať nezávislé pracoviská, ktoré by periodicky preverilo (referenčné pracovisko) kvalitu ejakulátu všetkých plemenníkov používaných v insemináciách ako aj dávky z importu. Domnievame sa, že vzhľadom k aktivitám katedry v tejto oblasti by mohla úspešne vykonávať túto prospešnej činnosti. Predpokladá to však vzhľadom na cenu prístrojov združenie investícií, všetkých zainteresovaných.

3.3 Testácia plodnosti plemenníkov

Intenzita plodnosti býkov spočíva v stabilnej spermatogénnej aktivite, správnej činnosti prídavných pohlavných žliaz a v dobrej neuroendokrinej, ktorá umožňuje prenesenie spermy do pohlavných orgánov plemenníc. Hodnotenie fertility býkov je dôležitým ukazovateľom ich plemennej hodnoty. Na testáciu fertility býkov existujú dve metódy, ktoré vychádzajú z porovnávania fertility rôznych býkov v rovnakých podmienkach.

Najbežnejšou metódou určovania intenzity plodnosti býkov je percento oplodnenosti plemenníc po prvej inseminácii, resp. po prvom zapustení. Porovnávacía hodnota testu sa zvyšuje s počtom uskutočnených inseminácií. Prirodzená variabilita fertility podmienená rôznou kvalitou inseminovaných plemenníc vyžaduje, aby sa inseminovalo aspoň 200 plemenníc. Inseminované plemennice sa musia čo najskôr klinicky vyšetriť na teľnosť. Výsledky sa môžu stanoviť o 60-90 dní po inseminácii, resp. zapustení. V našich podmienkach sa môžu býky rozdeliť podľa testu teľnosti na býky s *veľmi dobrou plodnosťou*, ak teľnosť plemenníc po prvej inseminácii je nad 60 %, býky s *dobrou plodnosťou*, pri koncepcii 50-60 % plemenníc a býky s *poruchou plodnosti* (subfertilita), ak oplodnenosť plemenníc v dobrých chovateľských podmienkach je pod 50 %.

Za účelom skrátenie dĺžky testácie sleduje sa fertilita aj podľa testu neprebehnutých jalovic, t. j. percenta neprebehnutých plemenníc od 30 do 60 dní po inseminácii. Test neprebehnutých plemenníc zavčas informuje o stupni fertility, resp. poruche plodnosti. Vo vyhovujúcich podmienkach chovateľských pomerov variuje rozdiel medzi testom neprebehnutých plemenníc do 30 dní v rozpätí 15-20 % a do 60 dní v rozpätí 10-15 % medzi počtom inseminovaných a skutočne teľných plemenníc. Táto fyziologická variabilita je podmienená rozdielnosťou funkčných stavov a zdravia pohlavných orgánov plemenníc. Vyššie percento rozdielu je vždy príznakom nastupujúcich porúch plodnosti. Test teľnosti neprebehnutých plemenníc je citlivým indikátorom zdravotného stavu pohlavných orgánov a fertilej schopnosti býkov a plemenníc. Ma však omnoho menší význam pri ekonomickom hodnotení plodnosti stáda.

Iným ukazovateľom fertility býkov je insemináčny index . Je to číslo, ktoré udáva, koľko inseminácií, resp. pripustení z počtu skutočne teľných plemenníc pripadá na jednu koncepciu. Vypočíta sa tak , že súčet všetkých inseminácií pripadajúcich na teľné plemennice sa delí počtom teľných plemenníc. Napr. z počtu 250 teľných plemenníc sa dva razy inseminovalo 75, tri razy 37 a štyri razy 13 plemenníc. Súčet týchto inseminácií sa delí počtom teľných plemenníc.

Insemináčny index sa pohybuje u plemenníkov podľa Eibla od 1,4 do 1,8. U plemenníkov s veľmi dobrou plodnosťou neprevyšuje 1,6 čo zodpovedá 60-65 % oplodnenosti plemenníc po prvej inseminácii. Aj tato metóda má porovnávaciu hodnotu a môže sa použiť len v tých istých chovateľských podmienkach a pri inseminovaní väčšieho počtu plemenníc (150-200).

3.4 Poruchy plodnosti – exogenné

3.4.1 Vplyv chemických látok na plodnosť a spermatogézu

Bateman (1966) uvádza, že testovanou látkou môžu byť ovplyvňovaný samci i samice. Vzhľadom k rozdielom medzi spermatogézou a oogenézou je väčšine štádií spermatogenézy citlivejšia. V semenníku samcov je možné posúdiť zmeny vyvolané v jednotlivých štádiách spermiogenézy.

Príčiny vzniku zníženej fertility samcov po podaní rôznych chemických látok sa predpokladajú buď dôsledkom eliminácie poškodených buniek na základe bunečnej smrti priamo alebo ako dôsledok eliminácie bunky počas zrecieho delenia, hlavne meiozy. Výsledky ukazujú schopnosť chemických látok ovplyvniť počiatocne štádia zrenia pohlavných buniek a tým i pravdepodobne indukovať zmeny v ďalšom procese ich dozrievania (Šrám, 1972).

Výsledky, ktoré boli získané pri štúdiu vplyvu frakcionovanej aplikácie chemického mutagénu TEPA pri použití cytogenetickej analýzy spermocytov ukázali na zmenu spektra poškodenia v jednotlivých štádiách spermatogenézy. Zmeny, ktoré boli indukované ovplyvňovali i fertilitu samcov (Šrám, Zudová, 1973).

Davring a Scinner (1971) zistili, že 2, 4, 5 – trichlórofenoxý octová kyselina spôsobila poruchy fertility.

Matvejevová (1973) dokázala negatívny vplyv fumigantu DDB na spermatogézu myši po perorálnej aplikácii.

Lofroth (1970) uvádza, že pôsobenie methylmerkurizlúčenín na myši zvýšilo frekvenciu mŕtvych plodov a iných typov poškodenia pri rozmnožovaní.

Genetické zmeny indukované testovanou látkou v pohlavných bunkách, ktoré sa manifestujú po oplodnení samice zastavením raných štádií vývoja zárodka opisujú Rohrborn, (1970) Bateman a Epstein, (1971). Ďalej uvádzajú, že podstata týchto zmien je vo vzniku chromozonálnych štruktúrnych aberácií.

Velemínsky (1975) zistil poruchy embryogenézy a výskyt cytologických abnormalít v I. a II. Meiotickej metafáze a blokádu meiózy v procese spermiogenézy.

Swierstra (1964) zistil antispermiogénne účinky a králikov pri podávaní pesticídov.

Schmidt (1979) opisuje in vitro metódu dôkazu chemického poškodenia DNA v spermiách.

Amir a Volcani (1965,) zistili, že etylén dibromid pôsobí na charakteristiku spermy a zastavuje spermiogenézu u býkov.

Vandemark, Gomes, Johnson (1970) pozorovali po podaní diamínov úbytok spermií, aspermiu a stratu pohyblivosti.

Vznik genetických zmien v gonádach môže viesť k poruchám fertility, zvýšenej potratovosti a hlavne k zvýšeniu frekvencie dedičných chorôb (Šrám, 1975).

Pasi (1974) zistil, že herbicíd Paragat pôsobil len na postmeiotické štádium a Diguat na celé postmeiotické štádium a v premiotickom na spermiocyty I. a II. Radu.

Oakberg (1956) doporučuje uskutočniť analýzu poškodenia po uplynutí doby 8 týždňov u myši, u krýs po 10 týždňoch, aby bolo možné posúdiť poškodenie vo všetkých štádiách vývoja pohlavných buniek.

Chemické látky ničia všetky elementy semenotvorných kanálikov s výnimkou spermiogónií a Sertoliho buniek. Špecifický poškodzovací efekt sa dá zistiť v rôznych štádiách spermiogenného rozvoja v závislosti na type chemickej látky, ktorá bola použitá (Johnson, Gomes, Vandemark, 1970).

Histologické vyšetrenie tkaniva semenníkov pomocou elektrónovej mikroskopie ukázalo zväčšenie veľkosti akrozómu a čiapočky spermatídy. Golgiho fáza spermatíd zahrňuje cytoplazmatické invaginácie v jadre. Tiež sú viditeľné významné deštruktívne zmeny v spermiocytoch (Johnson, Gomes, Vandemark, 1970).

Najcitlivejšie štádia spermiogenézy na poškodenie sú: I, VII, VIII, XI, XII, XIII a XIV a bunkovými typmi: A spermiogónie, pachyténne spermiocyty a bunky počas meiózy (Russell a Clermont, 1976, Ortavant, 1956).

Bunky najcitlivejšie na degeneráciu (A spermiogónie, pachyténne spermiocyty a bunky v štádiu meiózy) boli tiež opísané u barana (Ortavant, 1956) a u býky (Hochereau, 1967).

3.4.2 Vplyv ťažkých kovov na reprodukciu samcov

Reprodukčný proces u samcov závisí na komplexnom rade biologických vzťahov zahrňujúcich mnoho orgánov, typov buniek, typov molekúl ako aj presnú časovú a priestorovú koordináciu procesov. Nie je preto prekvapujúce, že tento zložitý biologický systém je zraniteľný rozličnými environmentálnymi faktormi, fyzikálnymi ako aj chemickými. (Massányi et al., 1999).

3.4.2.1 Kadmium

Kadmium je kov chemický príbuzný zinku. Prirodzene sa vyskytuje so zinkom a olovom a v rudách obsahujúcich sulfidy týchto kovov. Má atómovú hmotnosť 112,4 a atómové číslo 4. Kadmium sa vyskytuje v množstve anorganických a organických zlúčenín ako dvojmocný kation. S organickými zlúčeninami tvorí komplexy a táto jeho vlastnosť je základom pre niektoré analytické metódy jeho stanovenia (Bencko et al., 1995).

Po podaní toxickej dávky kadmia potkanom je možné už po 24 hodinách pozorovať na semenníkoch príznaky nekrózy, ktorá sa pri pozorovaní elektronovým mikroskopom prejavuje rozpadom kapilárneho riečišťa, veľkými zmenami na bazálnej membráne semenotvorných kanálikov a v degenerácii semenotvorného epitelu. Na spermiách z chvosta prisemenníka sú viditeľné jasné zmeny v štruktúre mitochondrii a ich napučovanie (Toman a Massányi, 1997).

Kadmiom spôsobená nekróza semenníkov sa popisuje u mužov a u ďalších primátov. Tu spôsobuje kadmium vaskulárne poškodenia a edematizáciu interstícia, čo vedie k hemorágiám, znižuje produkciu androgénov Leydigovými bunkami, nekróze Sertolihových buniek, inhibíciu spermatogenézy a prípadne až k atrofii semenníkov. Po jednorázovom podaní kadmia potkanom a myšiam dochádza v semenníku k poklesu DNA, RNA a aktivity mnohých enzýmov obsahujú zinok. Obsah bielkovín sa zvyšuje aj napriek tomu, že syntéza bielkovín je redukovaná (Massányi et al., 1991).

Podanie kadmia má za následok poruchu spermiácie od štádia IX po neskoršie štádia spermatogenézy v semenotvornom epiteki (Scialli a Zinaman, 1993).

Kadmium inhibuje aktivitu cholín acetyl-transferázy a spôsobuje pokles syntézy acetylcholínu v spermiách a poškodzuje pohyblivosť spermií. Tieto zmeny možno sledovať u potkanov, citlivých línií myší a ostatných cicavčích druhov so skrôtom. Semenníky cicavcov bez skróta (jež) a gonády vtákov sú všeobecne po expozícii kadmiom nepostihnuté (Scialli a Zinaman, 1993).

3.4.2.2 Med'

Med' patrí medzi prvky, ktoré sú pre človeka na jednej strane esenciálne a na druhej strane potencionálne toxické. Kovová med', zlúčeniny medi, alebo zliatiny obsahujúce med' človek používal už v prehistorickej dobe. Rimania nazývali med' „aes cyprium“ (cyperský kov), neskôr „cuprum“, pretože v tej dobe sa med' ťažila na Cypre (Bencko et al., 1995).

Med' je prvok s atómovým číslom 29 a relatívnou hmotnosťou $8,9 \text{ g.cm}^{-3}$. V prírode sa vyskytuje v jednomocnom a dvojmocnom stave. Vo dvojmocnom stave je izomorfná sa zinkom, horčíkom a železom. V kryštálickej forme je načervenalým kovom. Med' je dobré kujná, ťažná, je dobrým vodičom teple a elektrického prúdu (Bencko et al., 1995).

V literatúre sú pomerne dobre opísané účinky medi na pohlavný systém u samcov. Analyzoval sa morfológický obraz semenníkov plemenných baranov po experimentálnej záťaži priemyselnou emisiou medi. Patologicko-anotomická pitva preukázala výrazné ikterické sfarbenie obalov semenníka. Ikterické sfarbenie javili aj všetky rezné plochy parenchýnom semenníka. Pri pohmate má tkanivo semenníka mäkšiu konzistenciu (Vrzgulová et al., 1993).

Histologický a submiskropický nález preukázal, že periférnejšie uložené semenotvorné kanáliky v tesnom kontakte c *tunica albuginea* ukázali stagnovanú spermatogézu. Lúmen kanálikov je úplne, alebo čiastočne vyplnený vývojovými štádiami zárodočných buniek. Nezriedka bola zaznamenaná od periférie kanálikov cirkulárna dislokácia semenotvorného parenchýmu tak, že s vnútornou stenou *lumina propria* kanálikov len sporadicky komunikovali spermatogónie a jadra Sertoliho buniek. Zárodočné bunky podliehajú degeneratívnym zmenám s deštrukciou až cytolýzou. Nezrelé vývojové štádia spermií vyplňujú lúmen kanálikov (Vrzgulová et al., 1995).

Stena semenotvorných kanálikov je zhrubnutá v dôsledku multiplikácie lamelárnej steny kanálika. V extrémnych prípadoch po redukcii bunkových i nebunkových vrstiev *lamina propria* sú pôvodné kanáliky periférne lemované len lamelárnou vrstvou bazálnej membrány, ktorá svojou stavbou vykazuje enormne nepravidelný priebeh. Jednotlivé lamely sú málo kontrastné a výrazná je ich homogenizácia. Lamelárna vrstva tvorí smerom do vnútra kanálikov

rôzne invaginácie. Intertubulárny priestor hlavne po periférii je nápadný hyperpláziou intersticiálnych buniek, ktoré zahŕňajú rôzne štádia vývojových typov ako fibrocyty, fibroblasty, až po Leydigové bunky, ktoré mali ruptúru cytoplazmatickej membrány. V hlbších vrstvách semenotvorného parenchýmu dominujú kanáliky čiastočne, alebo úplne vakuolizované, lemované z periférie len jednou bunkovou vrstvou, prípadne zbytkami zárodočných buniek (spermatogónie, spermatocyty, spermaticy), ktoré formovali nepravidelné bunkové asociácie. Kanáliky s takto blokovanou spermatogenezou naznačujú postupnú stagnáciu spermatogenézy. Semenotvorné kanáliky s úplnou stratou bunkových zložiek sú v bezprostrednom susedstve kanálikov, ktoré ešte dosahovali všetky vývojové štádia germinatívneho epitelu a v centrálnejších polohách aj spermie, ktorých bičičky sú nasmerované do lúmenu kanálikov (Vrzgulová et al., 1993).

Toxický účinok medi sa prejavuje atakovaním membránových štruktúr buniek a ich intracytoplazmatických zložiek. V periférnej zóne kanálikov, v mieste lokalizácie jadier Sertoliho buniek a v mieste spermatogónií vznikajú vakuoly väčších rozmerov, ktoré dislokovali a vzájomne separovali tieto bunky, čím sa následne porušovalo *syncitium* Sertoliho buniek. Dochádza často k ruptúre plazmalemy spermatogónií, ktoré obsahujú len zvyšky cytoplazmy s dobre definovateľným jadrom. Centrálnejšie uložené spermatocyty vykazovali vakuolizáciu cytoplazmy a zvršťovanie jadier. Vyznačujú sa poškodením vnútornej skladby mitochondrií vedúcim až k vytrácaniu mitochondriálnych kríst. Spermaticy v štádiu zretia sa manifestujú poškodením plazmalemy, napučívaním mitochondrií a v extrémnych prípadoch aj ruptúrou akrozómového váčika a deformáciou jadra. Spermaticy vyšších štádií matamorfózy sú spravidla homogenizované, cytoplazmatická membrána je miestami prerušená. Na spermiiach možno vidieť široký rozptyl malformačných zmien bičička (torzo; chýbanie mitochondriálnej časti; zdvojenie bičička), ako aj chýbanie, respektíve deformáciou apikálneho konca spermii. Med' znižuje aj percento aktívnych spermii, spôsobuje pokles koncentrácie spermii a vyšší podiel primárnych zmien spermii. Mechanizmus toxického pôsobenia medi sa posudzuje tak, že najskôr sa porušuje kvalita ejakulátu toxickým účinkom na semennú plazmu, čoho prejavom je pokles percenta aktívnych spermii a naopak zvýšením percenta malformovaných spermii, čo je priamym dôsledkom poškodenia germinatívnej zložky gonád (Vrzgulová et al., 1995).

3.4.2.3 Olovo

Olovo je prvok skupiny IVb periodického systému s relatívnou atómovou hmotnosťou 207,19 a atómovým číslom 82. Vo väčšine anorganických zlúčenín sa olovo vyskytuje v dvojmočnej forme. Anorganické soli olova sú väčšinou zle rozpustné s výnimkou octanu, dusičnanu, chlorečnanu, chloristanu a do určitej miery aj chloridu (Bencko et al., 1995).

Olovo je najrozšírenejšie z ťažkých kovov. Vyskytuje sa v pôde, vodách i v atmosférických komponentoch biosféry. Predpokladá sa, že v oblastiach doteraz nekontaminovaných ľudskou činnosťou by nemala koncentrácia olova v ovzduší presiahnuť $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Niektoré merania uskutočnené v Grónsku a na Novej Zemi tento predpoklad potvrdili (Bencko et al., 1995).

Vstrebávanie olova z vonkajšieho prostredia nezávisí len na množstve olova prítomného v mieste vstupu do organizmu za jednotku času. Vstrebávanie výrazne ovplyvňujú fyzikálno-chemické vlastnosti kovu a jeho zlúčenín, fyziologický stav organizmu ako celku ako aj stav orgánov, ktoré sú vstupnou bránou pre olovo a ďalšie faktory ako sú vek a pohlavie. Fyzická záťaž vedie k zvýšenej pľúcnej ventilácii a osoby ťažko pracujúce musia mať aj väčší príjem potravín. Aj tieto faktory môžu výrazne ovplyvniť vstrebávanie olova (Cibulka et al., 1991).

Nepriaznivé účinky olova na väzbu gonadotropínov na receptory sú popisované pri reprodukčnom systéme. Dokázala sa znížená afinita gonadotropínov k ich receptorom u samcov potkanov. V súvislosti s intoxikáciou olovom sa popisuje hyperplázia Leydigových buniek v atrofických tubuloch. Hoci koncentrácia testosterónu v sére je u pacientov profesionálne exponovaných olovom normálna, boli popísané poruchy spermatogenézy vrátane výskytu oligospermie, azospermie a atenospermie (Scialli a Zinaman, 1993).

Olovo však neovplyvňuje funkciu reprodukčných orgánov len u cicavcov. Poškodenie semenníkov olovom sa popisuje u dospelých kohútov. Zaznamenal sa aj spomalený rast semenníkov počas vývoja po aplikácii olova u japonských prepelíc. K zníženiu počtu spermii v semenníkoch divých hrdličiek došlo po pridaní olova do pitnej vody pred párením a počas celého rozmnožovacieho cyklu (Cibulka et al., 1991).

Značne rozdielne údaje o účinku olova na samčí pohlavný aparát doteraz nedovoľujú

jednoznačne sa vyjadriť o jeho toxicite. Hildebrand et al. (1973) pozorovali výrazné poškodenie spermatogenézy u potkanov už pri dávke 0,3 mg za deň podávaného po dobu 30 dní, avšak Derr et al. (1976) a Fahim a Khare (1980) pri trojnásobne vyššej dávke počas jedného roka takéto zmeny nezistili. Barratt et al. (1989) nepozorovali výrazní negatívny účinok na niektorý z typov pohlavných buniek. Rovnako i výskyt abnormálnych spermíí bol opísaný rozdielne. Wyrobek a Bruce (1978) pozorovali zvýšený výskyt abnormálnych spermíí. Kraskowskii et al. (1979) prítomnosť abnormálnych spermíí nezaznamenali. Lancrajan et al. (1975) zistil u mužov postihnutých otravou olovom až 86% abnormálnych spermíí oproti 14% u kontrolných vzoriek semenotvorných kanálikov. Prekvapivo malý účinok olova na niektorý typ z pohlavných buniek vysvetlili Barratt et al. (1989) ochranným účinkom homotestikulárnej bariéry, kým Gregor a Mason (1990) to vysvetľujú rozdielnou individuálnou toleranciou podávanej látky.

3.4.2.4 Zinok

Zinok je esenciálny stopový prvok nevyhnutný pre všetky druhy žijúcich organizmov. Je súčasťou viac ako 200 metaloenzýmov, čím zasahuje do všetkých životne dôležitých funkcií. Zúčastňuje sa na stavbe bunkových a organelových membrán a zároveň ich chráni pred vonkajšími vplyvmi, čo je zvlášť dôležité z pohľadu spermie v procese spracovania ejakulátu. Deficit zinku u mladých samcov spôsobuje atrofiu semenotvorného epitelu, poškodzuje sa vývoj gonád, čo sa primárne prejaví hypogonadizmom. U pohlavne dospelých samcov deficit zinku spôsobuje poruchy v priebehu spermatogenézy. Pri sledovaní vybraných spermio logických ukazovateľov sa zistilo, že pri zníženej koncentrácii zinku v krvi je nižšia hustota a aktivita spermíí, je znížená prežívateľnosť spermíí ako aj vyšší výskyt patologických spermíí. Pozorovania na úrovni elektrónovej mikroskopie bližšie odhalili rôzne morfológické zmeny na spermíách. Z primárnych morfológických malformácií možno dokumentovať nález zdvojených hlavičiek, tvar hlavičiek v podobe písmena U, L, hlavičky trojuholníkovitého tvaru na priečnom priereze a rôzneho bizarného tvaru. Primárne zmeny na bičíkoch sa vyznačovali rôznymi nepravidelnosťami v počte a usporiadaní centrálnych a periférnych tubúl. Zo sekundárnych zmien sa najčastejšie pozorujú zmeny na celistvosti akrozómového systému a cytoplazmatickej

membrány (Cigánková et al., 1994, 1997, 1998).

3.4.3 Výživa zvierat

Výživa patrí medzi najdôležitejšie faktory vonkajšieho prostredia, pretože ovplyvňuje všetky funkcie organizmu a aj reprodukčné funkcie. Uplatňuje sa na každom stupni reprodukčného procesu. Svojou mnohotvárnosťou pôsobí po stránke kvantitatívnej a kvalitatívnej. Určiť vzťahy medzi jednotlivými komponentmi krmiva a plodnosťou, prípadne špecifikovať ich vplyv u jednotlivých druhov zvierat v závislosti od ich požiadaviek vzhľadom na jednotlivé fázy reprodukčného procesu, je u hospodárskych zvierat veľmi ťažké. Kvalita krmív rastlinného pôvodu, ktoré sú základom krmnej dávky pre hospodárske zvieratá, závisí od zloženia pôdy, geografických a klimatických činiteľov, hnojenia, uskladňovania a od ďalších faktorov. Nedostatky, ktoré môžu vzniknúť v krmivách v dôsledku nepriaznivého pôsobenia jednotlivých činiteľov, sa prejavujú komplikáciami látkovej premeny a môžu vyvolať poruchy plodnosti. Rozsah porúch pri jednotlivých druhov zvierat je rozdielny a závisí od individuality zvierat'a, od jeho dispozície, fázy reprodukčného cyklu, schopnosti prispôbiť sa meniacim sa podmienkam výživy a pod. Všeobecne platí zásada, že krmná dávka má byť primeraná potrebám zvierat'a, pestrá, a najmä biologicky a energeticky plnohodnotná. Otázka kvality krmnej dávky v podmienkach priemyselného chovu zvierat je o to naliehavšia, že podmienky, v ktorých zvieratá žijú, sú veľmi odlišné od prirodzených požiadaviek a obmedzujú možnosť náhrady chýbajúcich látok z prirodzených zdrojov. Trvalý maštalný chov bez výbehov, pohybu a pobytu na slnku, ustajnenie bez podstielky, vysoká koncentrácia zvierat, technická potreba zjednodušovať krmne dávky, ústup od individuálnej starostlivosti, sústavný genetický tlak na zvyšovanie úžitkovosti a ďalšie stresovo pôsobiace faktory zvyšujú negatívny vplyv nesprávnej výživy na reprodukčné funkcie a zdravie zvierat (Gamčík, 1980).

3.5 Poruchy plodnosti – endogénne

3.5.1 Imunologické poruchy – autoimunita

Podstatou je prítomnosť protilátok proti spermiami, ide o napádanie vlastných buniek (spermii) rovnakým mechanizmom, ako je napádaný cudzí materiál alebo baktérie. Príčina vzniku nie je známa, ale vedci sa domnievajú, že medzi príčiny môže patriť vystavovanie sa pesticídom, zranenia, rakovinové ochorenie semenníkov, infekcie a iné.

Protilátky sú prirodzenou obranou ľudského organizmu voči cudzorodým látkam. Sú súčasťou imunitného systému. Niekedy sa však môže stať, že samičí imunitný systém považuje spermie za cudzorodé látky (antigény) a začne proti nim vytvárať protilátky. Dokonca aj samčí organizmus v určitých prípadoch môže vytvárať protilátky voči vlastným spermiami. Protilátky poškodzujú spermie tým, že ich paralyzujú a spôsobujú ich zhlukovanie, alebo obalovanie ochrannou látkou. Tým sa zabráni penetrácii spermie do vajíčka a jeho následné oplodnenie. Protilátky možno identifikovať a stanoviť v ejakuláte, v cervikálnom hliene, prípadne v krvi niektorého z partnerov (Doherty, Clark, 2006).

3.5.2 Varikokéla

Sú to zdurené žily v miešku. Varikokéla vzniká na podklade defektov malých žilových chlopní, ktoré za normálnych okolností napomáhajú odtoku krvi od semenníkov smerom nahor k bruchu. Miesto toho by odtekala, hromadí sa v žilách, ktoré sa tým zväčšujú a rozširujú. Dá sa zistiť pri pohmate mieška. Nie je úplne presné známe, akým mechanizmom poškodzuje varikokéla tvorbu spermii, Predpokladá sa ale, že rozšírené cievy zvyšujú teplotu semenníkov a už zvýšenie teploty o jeden stupeň môže negatívne ovplyvniť schopnosť semenníkov vyrábať spermie.

3.6 Pohlavne nákazy

K šíreniu pohlavných nákaz dochádza najmä pri pohlavnom styku. Medzi pohlavne nákazy u hovädzieho dobytká patrí kampylobakteriôza a trichomonádová nákaza (Kliment, 1989)

3.6.1 Kampylobakteriôza hovädzieho dobytká

Táto nákaza je vyvolaná baktériou a u plemenníkov ani plemeníc nevyvoláva žiadne zreteľne príznaky choroby. V prípade že samec nainfikuje samicu prenikajú tieto zárodky do maternice a vajcovodu a vyvolávajú tam embryonálnu mortalitu. U býkov prežívajú tieto zárodky v hlbokých záhyboch predkožky a preto sa každý býk preventívne 2x ročne vyšetruje na prítomnosť týchto zárodokov v predložkových výplaškoch. U samcov ale aj samíc je úspešná liečba antibiotikami, ktoré sa potom preventívne pridávajú aj do spermii (Kliment, 1989)

3.6.2 Trichomonádová nákaza.

Táto nákaza hovädzieho dobytká je vyvolaná bičíkovcom pošvovým (trichomonas fetus), ktorý sa usádza a dlhodobo prežíva v hlbokých záhyboch predložkovej sliznice alebo v močovej rúre. U samcov nepozorujeme žiadne výraznejšie klinické problémy, kvalita semena nie je porušená. Preto sa u všetkých plemenných býkov prevádza preventívne vyšetrenie predložkových výplaškov. Tieto zárodky môžu prežívať i v zmrazených spermiiach. U nakazených samíc sa zárodky dostávajú do maternice kde môžu vyvolať embryonálnu mortalitu. Dnes je už liečba úspešná. Infikovaných býkov neliečime, ale vyradíme z chovu (Kliment, 1989)

3.6.3 Žrebčia nákaza

Pôvodcom tejto nákazy je bičíkovec tripanosoma equiperdum a prenášačom tejto nákazy sú žrebce pri pohlavnom styku. Od infekcie do nástupu klinických príznakov uplynie 5 dní až 1 mesiac.

Na sliznici pohlavného údu sa objavujú vystupujúce uzlíky rôzne veľkosti, ktoré sa

rozpadajú a na ich mieste sa vytvárajú vredy. Pozorujeme aj odtok žalúďa a predkožky (Kliment,1983)

3.7 Nešpecifické infekcie

Nešpecifické infekcie pohlavného ustroja sú také, keď infekčne zárodky nemusia byť prenášané iba pohlavným stykom alebo spermiami, ale za určitých okolností majú afinitu k pohlavnému ústrojenstvu, môžu narušovať priebeh gravidity, ich toxíny môžu pôsobiť spermio toxicky, embryotoxicky alebo na reprodukciu pôsobia negatívne tým, že vyvolávajú celkové onemocnenie organizmu (Kliment,1983)

3.7.1 Chlamydióza

Zárodky chlamydie boli zistené u množstva vtákov. U cicavcov vyvolávajú zápal pľúc, zápal mozgu a miechy, zápal čriev. Z genitálnych onemocnení je to zápal semenníkov.

K prenosu choroby dochádza najčastejšie spermiami plemenných býkov. Ako príznaky sa u býkov a baranov môžu objaviť zápaly sliznice pohlavného údu, predkožky, odtok žalúďa, semenných povrazcov a nadsemeníkov. U niektorých býkov dochádza i k poruchám spermio genézy a zápalom semeníkov (Kliment,1983)

3.7.2 Vírusové infekcie

V súčasnej dobe sú známe početne infekcie vírusovej etiológie, ktoré vyvolávajú poruchy reprodukcie plemenníkov i plemenic. Medzi vírusové infekcie zaraďujeme:

Vírusový zápal nadsemeníkov a vagíny. U býkov dochádza k odtoku semenných povrazcov, nadsemeníkov, semeníkov a k výrazným zmenám kvality spermii.

Bovinná vírusová diarhoea

Blue tongue virus (Kliment,1983)

3.7.3 Mykoplazmóza

Mykoplazmaty sú najmenšie známe mikroorganizmy schopné samostatnej existencie bez závislosti na hostiteľskej bunke a majú odlišné vlastnosti ako baktérie či vírusy. Vykazujú veľkú tvárovú rôznorodosť. Sú patogénne pre hospodárske zvieratá ale i pre človeka, u ktorého vyvolávajú choroby močového a pohlavného ústrojenstva, kĺbov a nachádzajú sa aj v niektorých nádoroch. Tieto zárodoky môžu vyvolať u býkov dočasne poruchy spermiogenézy, ktoré vedú až k azospermii. Okrem toho vyvolávajú aj zápal sliznice penisu a predkožky a zápal kĺbov. U býkov spôsobuje i zhoršenú mraziteľnosť spermii a zhoršenie aktivity spermii. U postihnutých býkoch dochádza k početným stočeniam bičikov a vysokému percentu nezrelých spermii. Spermie vykazujú i patologické formy pohybu (pohyb na mieste, kruhový pohyb a pod.) Tieto poruchy trvajú mnoho týždňov aj mesiacov bez akýchkoľvek príznakov. Diagnostikuje sa kultivačnými a serologickými metódami. Dôležitou zložkou prevencie je vylúčenie spermii od infikovaných býkov z inseminačného procesu. (Kliment, 1989)

4. Choroby reprodukčného aparátu plemenníkov

Chorobné procesy pohlavného údu a predkožkového vaku bývajú príčinou neschopnosti párenia, potencionálnym zdrojom infekcie pohlavných orgánov plemenníc pri kohabitácii alebo porúch fertility býkov po rozšírení sa chorobného procesu infekčnej etiológie do hlbších úsekov ich pohlavného aparátu.

Katarálne a zápalové zmeny pohlavného údu a predkožkového vaku sú najčastejším ochorením pohlavných orgánov. Nejde o ich samostatný priebeh, ale o symptóm, prejavujúci sa reakciou lymfatických folikulov na podráždenie rozličných etiologických faktorov. Etiológia Balanopostitída predstavuje celý súhrn klinických zmien s rozličnou etiológiou. Najčastejším pôvodcom sú pohlavné infekcie, ktoré vyvoláva vírus IBR / IPV (IPB), (Obr.č.10) enterovírus (ECBO), vírus parainfluenzy 3 (PI-3), niektoré ďalšie vírusy (BVD, MD), ako aj Chlamydiapsittaci. Z pôvodcov bakteriálnych pohlavných infekcií ide najčastejšie o *Actinomyces pyogenes*, stafylokoky, streptokoky, pôvodcov koliinfekcií,

mykoplazmy, ureaplazmy, *Pseudomonas aeruginosa* a ďalšie. Medzi neinfekčné činitele patria kvalitatívne nedostatky v kŕmení, karence minerálnych látok, (3-karoténov, prípadne skrmovanie značného množstva jadrových krmív. Z mechanických faktorov ide najmä o úder, priľahnutie, poranenie pri odbere semena alebo onánii, nedodržiavanie hygienických zásad pri odbere semena a prirodzenom párení. Ďalej sú to nedostatky pri príprave umelej vagíny (vysoká teplota, nekvalitná vazelína na vytieranie vložiek), ako aj aplikácia vysoko koncentrovaných roztokov pri výplachu prepucia. Predispozične môže pôsobiť ostré stelivo, vlhko, nečistota na stojisku a prerastanie otvoru prepucia chlpmi. Klinické príznaky a priebeh ochorenia Klinický obraz závisí od druhu infekčného agensa, dĺžky trvania infekcie, intenzity chorobného procesu a sekundárnych vplyvov. Zápal môže prebiehať v akútnej a chronickej forme. Akútna forma Sliznica pohlavného údu a predkožky býva hyperemická, opuchnutá, bolestivá, často vzniká jej prolaps. Niekedy je sliznica natoľko opuchnutá, že sťažuje odtok moču. Prepuciálny otvor je zapálený, krytý chrastami. Chlpy v jeho okolí bývajú zlepené vytekajúcim sekrétom z predkožky, ktorý môže byť seróznym alebo hnisavým. Na povrchu sliznice pohlavného údu sa tvoria drobné petéchie s tendenciou ku krvácaniu (erekčné krvácanie), neskôr drobné uzlíčky až pľuzgiere. Zvieratá sú nepokojné najmä pri močení.

Chronická forma Táto forma sa vyskytuje častejšie a prejavuje sa ako granulárna balanopostitída. Pôvodné prekrvenie sa stráca, kongescia tkaniva sa znižuje a na sliznici sa tvoria uzlíčky s veľkosťou špendlíkovej hlavičky. Najčastejšie sa vyskytujú na prechode duplikatúry sliznice prepucia na telo pohlavného údu, odkiaľ sa šíria na jeho voľnú časť. V tomto štádiu, kedy klinické príznaky nie sú veľmi výrazné, je infekcia z hľadiska šírenia osobitne nebezpečná a diagnostikuje sa na rozdiel od akútnej, výrazne zápalovej formy, len nepriamo, na základe poklesu plodnosti plemenníc. Libido sa pri zápaloch s miernejším priebehom neporuší, niekedy sa môže zvýšiť a spája sa s onániou. Vplyv na fertilitu sa prejavuje znižovaním biologickej hodnoty spermii a prenikaním infekčného agensa do samičích genitálií počas umelej inseminácie, resp. prirodzenom párení, kde vyvoláva zápalové zmeny a ovplyvňuje koncepciu. Prognóza Závisí od etiologického činiteľa a stupňa

zápalu. Na stanovenie prognózy a správneho postupu liečenia sa musí vykonať dôkladné bakteriologické a virologické vyšetrenie výplaškov (výterov) a ejakulátu. Podľa potreby sa doplní biologickým pokusom na pohlavne zdravých dospelých jalovičkách. \',V Niekedy sa môže akútna balanopostitída vyliečiť aj sama, najmä pri alimentárnom, mechanickom a fyzikálnochemickom pôvode. Menej priaznivá prognóza je pri zápale, ktorý vyvoláva *Actinomyces pyogenes* spolu s *Pseudomonas aeruginosa*. Prognosticky sú nepriaznivé zápaly sprevádzajúce ulcerácie, nekrotické zmeny, teda zanedbané prípady komplikované infekciou. Pri týchto balanopostitídach môžu vzniknúť adhezívne zmeny a následné komplikácie (fimóza, parafimóza). Diagnóza a diferenciálna diagnóza Základom sú klinické príznaky, stanovenie pôvodcu a posúdenie prepuciálneho sekrétu a ejakulátu. Terapia Musí sa vychádzať z presnej klinickej diagnózy (doplnenej komplexným laboratórnym vyšetrením prepuciálneho sekrétu a ejakulátu). Pri zápaloch infekčného pôvodu sa plemenník až do vyzdravenia nesmie používať na plemenitbu. V okolí predkožkového otvoru sa musia najprv skrútiť chlpy a z prepuciálneho otvoru odstrániť sekrét a krusty. Potom sa predkožka vypláchne fyziologickým roztokom a miernym dezinfekčným prostriedkom. Liečenie sa môže doplniť dezinfekčným výplachom močovej rúry. Vlastné liečenie sa skladá z výdatného opakovaného lokálneho výplachu a masáže, s použitím dezinfekčných látok-3% roztok peroxidu vodíka, 3% borová masť(Addi borici 1,5, acidi salicylici 1,5, vaselini flavi ad 50 g), akriflavín v 0,1 % koncentrácii (Akriflavin gran. a.u.v.), chlórhexidín v 0,5 % roztoku alebo masti (Nolvasan Oint)

5 Medzidruhové kríženie a neplodnosť samcov s ním spojená

Základnou jednotkou ekológie je druh, ktorý je definovaný ako skupina organizmov schopných krížiť sa a dávať životaschopné plodné potomstvo. Musí byť zabezpečená reprodukčná izolácia druhu, čo znamená, že nemôže dôjsť k skríženiu jedincov rôznych druhov, ktorí by mali plodné potomstvo. Podmienka plodného potomstva musí byť jednoznačne splnená,

pretože z praxe sú známe aj viaceré prípady medzidruhového kríženia (napr. mulica je potomok samice somára a samca koňa, mul je potomok samca somára a samice koňa, zendok je sterilný hybrid zebry a somára atď.), naproti tomu pes a vlk sú považované za jeden druh, lebo dávajú plodné potomstvo). Jedince rovnakého druhu majú relatívne rovnaký karyotyp, čo je informácia o počte, tvare a veľkosti chromozómov.

U medzidruhových krížencov sú chované dva druhy párenia, občasne v rámci rovnakého rodu . Potomstva zobrazenia a vlastnosti oboch rodičov. Potomstva medzidruhových krížencov sú veľmi často sterilné. Sterilita je často pripisovaná rôznemu množstvu chromozómov. Napríklad somáre majú 62 chromozómov, zatiaľ čo kone majú 64 chromozómov, a muly a mulice majú 63 chromozómov. Muly, mulice, a iné normálne sterilné medzidruhové hybridy nemôžu produkovať životaschopné gamety , pretože mimoriadne chromozóm nemôže vytvárať homogénny pár v meiose , meiosa je narušená.

Okrem toho majú druhy často odlišné párenie, pytačky alebo správanie, môže byť odlišná doba rozmnožovania. V prípade, že k páreniu dôjde, antigénové reakcie na spermie iných druhov bránia oplodneniu či vývoju embryí.

Krížence sú často pomenované podľa portmanteau metódy, kombinujú sa mená dvoch materských druhov. Napríklad, zedonk je hybrid medzi zebrou a somárom . Alebo sa kombinujú mena otca a matky, napríklad Liger je hybrid medzi levom a tigricou , zatiaľ čo tiglon je hybrid medzi tigrom a levicou.

Príklady krížených zvierat:

- Kríženci koňa

- Mulica- kríženec medzi somárím žrebcom a kobyľou.
- Mul- kríženec medzi žrebcom koňa a samicou somára
- Zebrula- kríženec kobyly zebry a žrebca koňa.

- Kríženci byvola

- Beefalo- kríženec amerického bizóna a domácej kravy. Toto plemeno je

plodne aj v ďalších generáciach.

- Zubroň- kríženec medzi zubrom a domácou kravou
- Kríženci ovce a kozy a mnoho ďalších

Bežne je aj kríženie medzi rybami v ich prirodzenom prostredí. Vzhľadom na to, že väčšina rýb ma rovnakú dobu neresenie a neresiská majú tiež spoločne vznikajú rôznych kríženci.

Napríklad kríženci kapra a karasa, plotice a červenice, plotice a pleskáča, belice a pleskáča atď.

6 Záver

Zo získaných poznatkov, môžeme skonštatovať pravdivosť dobre známeho príslovia, že *všetkého veľa škodí*, čo by mohlo poukázať zvlášť na zvýšený obsah ťažkých kovov všade okolo nás, vo vzduchu, vo vode, v pôde, v rastlinách, v živočíchoch atď., ktoré sa tam dostávajú činnosťou priemyslu, poľnohospodárstva a ktoré by mohol človek reguláciou ovplyvniť tak, aby sme neškodili viac sami sebe ale aj ostatným žijúcim organizmom. Na druhej strane aj nedostatok mnohých látok, ako sú minerálne látky, vitamíny, prípadne nedostatok pohybu negatívne vplývajú na proces tvorby spermií, alebo priamo spermie pri dozrievaní a následne spôsobujú neplodnosť. Pre tieto uvedené dôvody bola vypracovaná táto bakalárska práca, v ktorej som sa v jednotlivých kapitolách venoval tejto problematike.

Je len na ľuďoch samotných, či bude aj naďalej sťažovať a ničiť život sebe a okoliu, vlastnou pohodlnosťou a ziskuchtivosťou, alebo urobiť niečo pre racionálny životný štýl a bude sa snažiť žiť podľa určitých pravidiel.

7. Použitá literatúra

1. AMIR, D. – VOLCANI, R. 1965. Effects of distary ethylenedibromide on bull semen. Nature 206, s. 99.
2. BARRATT, C. L. – DAVIES, A. G. – BANSAL, M. R. – WILIAMS, M. E. 1989. The effect off lead on the male rat reproductive system. Andrologia, 21, s. 161-166.
3. BATEMAN, A. J. – EPSTEIN, S. S. 1971. Chemical Mutagens. Vol. 2, Plenum Press, New York, s. 541.
4. BATEMAN, A. J. 1966. Nature, 210, s. 205.
5. BENCKO, V. – CIKRT, M. – LENER, J. 1995. Toxické kovy v životnom a pracovnom prostredí človeka. GRADA publishing spol. s. r. o., Praha, s. 288.
6. CIBULKA, J. – DOMAŽLICKÁ, E. – KOZÁK, J. – KUBIZNAKOVÁ, J. – MADER, P. – MACHÁLEK, E. – MAŇKOVSKÁ, B. – MUSIL, J. – PAŘÍZEK, J. – PÍŠA, J. – POHUNKOVÁ, J. – REISNEROVÁ, H. – SVOBODOVÁ, Z. 1991. Pohyb kadmia, olova a rtuti v biosfére. Academia, Praha, s. 426.
7. CIGANKOVÁ, V. – MESÁROŠ, P. – BÍREŠ, J. – LADECKÝ, V. – CIGÁNEK, J. – TOMAJKOVÁ, E. 1998. Morfologické zmeny semenníkov žrebčov pri deficite zinku. Slov. vet. čas., 23, s. 97-100.

8. CIGANKOVÁ, V. – MESÁROŠ, P. – BÍREŠ, J. – RAVASOVÁ, O. – ČERNOTA, S. – TOMAJKOVÁ, E. 1997, Vplyv zinku na morfológiu a prežívateľnosť spermií hlboko zmrazeného semena býkov. Slov. vet. čas., 22, s. 266-268.
9. CIGANKOVÁ, V. – MESÁROŠ, P. – BÍREŠ, J. – TOMAJKOVÁ, E. – ČERNOTA, S. 1994, Morfológická štruktúra semenníkov býkov pri deficícii zinku a vplyv aplikácie prípravku Zindep inj. na obnovu spermatogenézy. Slov. vet. Čas., 19, s. 134-138.
10. CLERMONT, Y. – BUSTOS, E. 1966. Identification of five classes of type A spermatogonia in rat seminiferous tubules mounted in toto. Anat. Record, 154, s. 332.
11. CLERMONT, Y. 1960 Cycle of the seminiferous epithelium of the guinea pig. Fertility Sterility, 11, s. 563.
12. DAVRING, – SNICER, M. 1971. Hereditas, 68, s. 115.
13. DERR, R. – FAHIM, Z. – YOUSEF, M. – FAHIM, M. 1976. Environmental interaction of lead cadmium on reproduction and metabolism of male rats. Res. Commun. Chem. Path. Pharmacol., 14, s. 684-713.
14. DOHERTY, C. M. – Clark, M. M. 2006. Lěčba neplodnosti. Computer Press. Brno. s. 54-68.
15. FAHIM, M. S. – KHARE, N. K. 1980. Effects of subtoxic levels of lead cadmium on urogenital organs of male rats. Arch. Anat., 4, s. 357-362.
16. FARRELL, P. – TROUERN-TREND, V. – FOOTE, H. R. – HAMILTON, D. D. 1995.

Rereatability of measurements on human, rabbit, and bul sperm by computer – assisted sperm analysis when comparing individual fields and means of 12 fields. *Fertil. Steril.*, 64, s. 208 – 210.

17. GAMČÍK, P. – KOZUMPLÍK, J. 1976. Umelá inseminácia a andrológia hospodárskych zvierat. Bratislava.

18. GAMČÍK, P. – SAKALA, J. – LOJDA, L. 1980. Plodnosť hovädzieho dobytká a jej poruchy. *Príroda*, Bratislava, 1980.

19. GREGOR, Mc, A. J. – MASON, H. J. 1990. Chronic occupational lead exposure and testicular endocrine function. *Human Exp. Toxicology*, 9, s. 371-376.

20. HILDEBRAND, D. C. – DERR, R. GRIFIN, W. T. – FAHIM, M. S. 1973. Effects of lead acetate on reproduction. *Amer. J. Obstet. Gynec.*, 115, s. 1058-1065.

21. HILSCHER, W. – MAKOVSKI, H. B. 1970. *The testis*, vol. I. chapt. 6 Spermatogenesis, s. 344-345.

22. Jahnsen, A. D. – Gomes, W. R. – Vandemark, N. L. 1970. *The testis*, Volume I a III, New York and London.

23. JOHNSON, E. J. – BOONE, R. W. – BLACKUHRST, D. W. 1996. Manual versus computer-automated semen analyses. Part I. Comparison of counting chambers. *Fertil. Steril.*, 65, s. 150 – 155.

24. JOHNSTON, C. R. – CLARKE, N. G. – LIU, Y. D. – BEKER GORDON, H. W. 1995. Assessment of the Sperm Quality Analyzer. *Fertil. Steril...*,63, s. 1071 – 1076.
25. KLIMENT, J. – HINTNAUS, J. – NOVÁK, M. – ROB, O. – ŠŤASTNÝ, P. 1983. *Reprodukcia hospodárskych zvierat*. s. 221.
26. KLIMENT, J. – HINTNAUS, – ŠŤASTNÝ, P. 1989. *Reprodukcia hospodárskych zvierat*.
27. KLIMENT, J. – ŠŤASTNÝ, P. 1981. *Reprodukcia hospodárskych zvierat*.
28. KRASOWSKI, G. N. – VASAKOVICH, L. H. – CHARIEV, O. C. 1979. Experimental study of biological effects of lead and aluminium oral administration. *Environ. Hlth. Perspect*, 30, s. 47-56.
29. LANCRANJAN, I. – PAPESCU, H. I. – GAVENESCU, O. – KLEPSH, I. – SERBANESCU, P. 1975. Reproductive ability of workmen occupationally exposed to lead. *Arch. Environ. Healt.*, 30, s. 396-401.
30. LEBLOND, C. P. – CLERMONT, Y. 1952. Spermogenesis of rat, mouse, hamster and guinea pig revealed by the periodic acid fuchsin sulfurous acid technique. *Amer. Journal of Anatomy* 90, s. 167-215.
31. LOFROTH, G. 1970. *Ecol. RES. Comm. Bull.* 4, s. 5.
32. MASSÁNYI, L. – TRANDŽÍK, J. 1991 Analyzovanie pohyblivosti býčích spermíí v

čerstvých ejakulátoch komputerovou technikou. Veter. Med., 36, s. 79 – 92.

33. MASSÁNYI, P. – CIGÁNKOVÁ, V. – FABIŠ, M. – KOVÁČIK, J. – MASSÁNYIOVÁ, K. – TOMAN, R. 1999. Reprodukčná toxikológia. SPU, Nitra, s. 147.

34. MASSÁNYI, P. – MASSÁNYIOVÁ, K. – PIZZI, F. – TRANDŽÍK, J. 1995. Časovo závislá pohyblivosť býčích spermíí hodnotená komputerovým analyzátorom ejakulátov. Slov. vet. čas., 6, s. 292 – 294.

35. MATVEJOVOVÁ, V. G. – KERKIS, J. J. – OSIPOVÁ, L. I. 1973. Genetika.

Oakberg, E. F. 1956. Duration of stages of the cycle of the seminiferous epithelium. Amer. J. Anat. 99, s. 391.

36. ORTAVANT, R. 1970. V The Testis, Volume I. – Developent, Anatomy and Physiology, Chapt. 6 Spermatogenesis, s. 345.

37. PASI, A. – EMBREE, J. W. – EISENLORD, G. H. – HINE, C. H. Mutation Res. 26, s. 171.

38. ROHRBORN, G. 1968. Chemical Mutagenesis in Mammals and Man. Springer Verlag, Berlin, s. 148-249.

39. ROOSEN-RUNGE, E. C: 1955. Quantitative studies on spermatogenesis in the albino rat. Anat. Record, 123, s. 385.

40. RUSSEL, L. – CLERMONT, Y. 1976. Anchoring device between Sertoli cells and late

spermatids in rat seminiferous tubules. *Anat. Rec.* 185, s. 259-276.

41. SAPSFORD, C. S. 1962. Changes in the cells of the sex cords and seminiferous tubules during the development of the testis of the rat and mouse. *Australian J. Zool.* 10, s. 178.

42. Scialli, R. A. – Zinaman, J. M. 1993. Reproductive toxicology and infertility. McGraw-Hill Inc., New York, s. 338.

43. SCHMIDT, B. 1970. Diss. ETH. NR 6397, Zurich

44. STEINBERGER, E. 1965. Ultrastructure of primitive type A spermatogonia. *Anat. Record*, 151, s. 477.

45. SWIERSTRA, E. E. – WHITEFIELD, J. W. – FOOTE, R. H. 1964. Action of Journal *Reprod. Fertility* 7, s. 13.

46. ŠRÁM, R. J. – ZUDOVÁ, Z. 1973. *Fol. Biol.* 19, s. 58.

47. ŠRÁM, R. J. 1972. *Fol. Biol.* 18, s. 367.

48. Toman, R. – Massányi, P. 1997. Štruktúrne zmeny semenníka a prisemenníka po podaní kadmia. SPU, Nitra, s. 83.

49. VALEMÍNSKY, V. 1975. Genetické riziko pesticídov. *Biol. Listy* 40 (1-4), s. 259-286.

50. Vrzgulová, M. – BÍREŠ, J. – VRZGULA, L. 1993. The effects of copper from industrial emission on the seminiferous epithelium in rams. *Reprod. Dom. Amin.*, 28, s. 108-118.

51. Vrzgulová, M. – BÍREŠ, J. – VRZGULA, L. 1995. The mikroskopické struktúry of the testes in breeding rams after experimental copper oxide intoxication from industrial emissions. *Folia veterinaria*, 39, s. 101-106.

52. WYROBEK, A. J. – BRUCE, W. R. 1987. The induction of sperm abnormalities in mice and humans. *Chemical Mutagens*, 2, s. 257-285.

53. Skriptář-Knihy, Skriptá a více pro vás, 2011, (online), Dostupné na :
<http://www.skriptar.cz/choroby-hov-dob-ocr-300-60/558>

54. Otvorená encyklopédia, Preklady zahraničných zdrojov, 2011, (online), Dostupné na:
<http://www.vies.sk/hybridne-biologia/>