

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Faktory ovlivňující plodnost kance

Bakalářská práce

Michaela Červinková

B-ANIMAB Chov hospodářských zvířat

Ing. Kateřina Zadinová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Faktory ovlivňující plodnost kance" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou upřímně poděkovala Ing. Kateřině Zadinové, Ph.D., za její vstřícnost, odborné vedení a cenné rady při vypracování mé bakalářské práce. Její odborný přístup a ochota mě výrazně podpořily v procesu zpracování této práce. Dále bych chtěla vyjádřit svou vděčnost své rodině za neustálou podporu, povzbuzení a trpělivost během celého mého studia. Jejich podpora byla neocenitelná a významně přispěla k dosažení tohoto cíle.

Faktory ovlivňující plodnost kance

Souhrn

Bakalářská práce se zaměřuje na detailní průzkum vědeckých a odborných zdrojů týkajících se vlivů prostředí a dalších faktorů na plodnost kanců v chovu. Hlavním cílem práce bylo analyzovat, jak se tyto vlivy mohou projevit na reprodukčních schopnostech kanců.

Výzkum plodnosti kanců je v současné době velmi důležitý, neboť je spojen s efektivitou a ziskovostí intenzivního chovu. Vysoká plodnost kanců je klíčovým faktorem pro zajištění dostatečného množství kvalitních inseminačních dávek, což má přímý vliv na úspěšnost inseminace a tím i na reprodukční užitkovost celého chovu.

První část bakalářské práce se zabývala anatomickou a fyziologickou strukturou pohlavních orgánů kance, včetně procesu spermatogeneze. Hlavní pozornost byla věnována faktorům ovlivňujícím plodnost kanců, které lze rozdělit na vnitřní a vnější faktory. Vnitřní faktory zahrnují genetické markery, hormonální vlivy, věk kance, velikost varlat, plemennou příslušnost, kvalitu semene, libido, proces ejakulace a zdravotní stav kance. Vnějšími faktory jsou výživa a krmení kanců, ošetřování a ustájení, teplota prostředí, sezónnost, fotoperioda a frekvence odběrů spermatu.

V další části bakalářské práce byl popsán management chovu, včetně selekce kanců k inseminaci, odběru, hygieny, ředění, zpracování a skladování inseminačních dávek.

Na základě získaných poznatků bylo navrženo, aby byly dále prozkoumány faktory ovlivňující plodnost kanců a fertility spermií, včetně genetických markerů, hormonálních vlivů a vlivů prostředí, jako je výživa, tepelný stres, a managementu chovu. Další studium těchto faktorů může přinést nové poznatky pro rozvoj inovativních postupů v oblasti genetické selekce, optimalizace výživy a managementu tepelného stresu, které by mohly vést ke zvýšení úspěšnosti reprodukčního výkonu kanců v chovu.

Klíčová slova: kanec, reprodukce, výživa, poruchy plodnosti, spermie, inseminace

Factors affecting boar fertility

Summary

The bachelor thesis focuses on a detailed exploration of scientific and professional sources related to the effects of environment and other factors on the fertility of boars in breeding. The main goal of the thesis was to analyze how these influences can manifest in the reproductive capabilities of boars.

Research on boar fertility is currently very important, as it is associated with the efficiency and profitability of intensive breeding. High boar fertility is a key factor in ensuring an adequate supply of quality insemination doses, which directly impacts the success of insemination and thus the reproductive performance of the entire breeding.

The first part of the bachelor thesis deals with the anatomical and physiological structure of the boar's reproductive organs, including the process of spermatogenesis. The main attention is paid to factors affecting boar fertility, which can be divided into internal and external factors. Internal factors include genetic markers, hormonal influences, boar age, testicular size, breed, semen quality, libido, ejaculation process, and boar health status. External factors are nutrition and feeding of boars, care and housing, environmental temperature, seasonality, photoperiod, and frequency of semen collection.

The next part of the bachelor thesis describes the management of breeding, including boar selection for insemination, semen collection, hygiene, dilution, processing, and storage of insemination doses.

Based on the acquired knowledge, it has been proposed to further investigate the factors influencing boar fertility and sperm quality, including genetic markers, hormonal influences, environmental factors such as nutrition and heat stress, and herd management. Further study of these factors may yield new insights for the development of innovative approaches in genetic selection, nutrition optimization, and heat stress management, which could potentially enhance the reproductive performance of boars in breeding.

Keywords: boar, reproduction, nutrition, fertility disorders, sperm, insemination

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce.....	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Anatomie a fyziologie reprodukčních orgánů kanců.....	3
3.1.1 Šourek (<i>scrotum</i>)	5
3.1.2 Varle (<i>testis</i>) a nadvarle (<i>epididymis</i>)	5
3.1.3 Chámovod (<i>ductus deferens</i>)	6
3.1.4 Přídavné žlázy	7
3.1.4.1 Měchýřkovitá žláza (<i>glandula vesicularis</i>).....	7
3.1.4.2 Žláza předstojná (<i>prostata</i>)	7
3.1.4.3 Bulbouretrální žláza (<i>glandula bulbourethralis</i>)	7
3.1.5 Kopulační orgán (<i>penis</i>)	8
3.2 Spermatogeneze.....	8
3.2.1 Spermie	10
3.2.2 Semenná plazma	11
3.2.3 Produkce semene	11
3.3 Plodnost kanců	12
3.3.1 Vnitřní faktory	13
3.3.1.1 Genetické faktory	13
3.3.1.2 Hormony	14
3.3.1.3 Pohlavní dospívání a dospělost.....	14
3.3.1.4 Velikost a hmotnost varlat	15
3.3.1.5 Plemenná příslušnost	16
3.3.1.6 Kvalita spermatu	18
3.3.1.7 Libido a pohlavní reflexy	18
3.3.1.8 Ejakulace.....	19
3.3.1.9 Poruchy plodnosti a onemocnění kanců	19
3.3.2 Vnější faktory	22
3.3.2.1 Výživa a krmení.....	22
3.3.2.2 Ošetřování a ustájení kanců	24
3.3.2.3 Teplota prostředí	25
3.3.2.4 Vliv sezóny a fotoperiody	26
3.3.2.5 Frekvence odbírání ejakulátu	27
3.4 Management chovu kanců.....	28
3.4.1 Selektce kanců do inseminace	29
3.4.2 Odběr a hygiena při odběru semene	30

3.4.3	Vizuální hodnocení a vyšetření semene.....	32
3.4.4	Ředění a konzervace semene	32
3.4.5	Výroba inseminačních dávek.....	34
3.4.6	Skladování inseminačních dávek.....	35
4	Závěr	36
5	Literatura.....	37

1 Úvod

Plodnost kanců je klíčovým faktorem v chovu prasat, který má významný dopad na reprodukční výkon prasat a ekonomiku chovů. V dnešní době se stále častěji využívá umělá inseminace jako metoda pro zajištění plodnosti kanců. Podle aktuálních dat z České republiky je značný počet kanců chován pro účely umělé inseminace, což svědčí o rostoucím významu této reprodukční techniky v chovu prasat. Cílem této bakalářské práce je poskytnout ucelený přehled faktorů ovlivňujících plodnost kanců, včetně genetických markerů, hormonálních vlivů, prostředí včetně výživy a tepelného stresu, a managementu chovu. Zvláštní důraz je kladen na identifikaci nejdůležitějších faktorů, které vyžadují další studium s cílem zefektivnění managementu chovu kanců. Tímto práce přispěje k lepšímu porozumění plodnosti kanců a možnostem jejího zlepšení prostřednictvím umělé inseminace.

2 Cíl práce

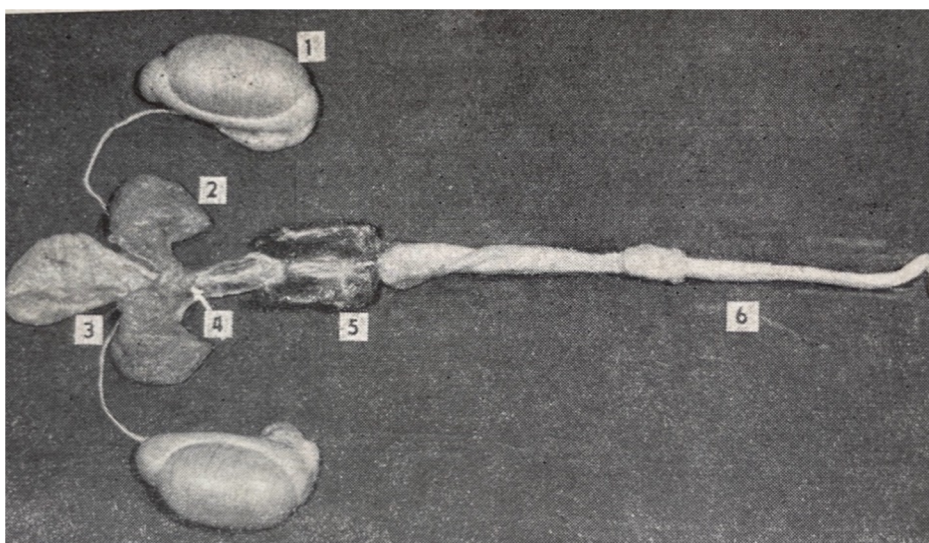
Cílem bakalářské práce bylo z vědecké a odborné literatury zpracovat podrobnou rešerši o působení vnitřních a vnějších vlivů na plodnost kanců v chovu. Rovněž bylo cílem popsat dopad na chov v případě zhoršení reprodukce a naznačit možné cesty, jak se nežádoucím dopadům vyhnout.

3 Literární rešerše

3.1 Anatomie a fyziologie reprodukčních orgánů kanců

Reprodukční systém u kance je tvořen pohlavními orgány. Tyto orgány jsou složeny z dvou pohlavních žláz (varlat), přídatných pohlavních žláz (měchýřkovitá žláza neboli semenné váčky, předstojná žláza neboli prostata, bulbouretrální žláza jinak také Cowperova žláza), vývodných cest (nadvarle a chámovod), z úseku společného i pro močové cesty (močová trubice), který probíhá ve vlastním kopulačním orgánu, tj. pyji. Předkožka je vchlípená kůže, která chrání hrot pyje. Na dorzální stěně má kanec vytvořenou předkožkovou výduť, ve které se hromadí obsah zbytků moči, odloučeného epitelu a také tekutina, jež obsahuje feromony. Tyto feromony slouží k stimulaci prasnice k reflexu nehybnosti během páření. Varlata tvoří samčí pohlavní hormony. Ve vývodných cestách dozrávají spermie, jsou zde skladovány a připraveny uplatnit po ejakulaci svoji funkci, tj. oplození vajíček. Přídatné pohlavní žlázy chrání spermie svým sekretem (semennou plazmou) před nepříznivými podmínkami prostředí po ejakulaci. Semenná plazma zajišťuje spermiím zdroj výživy a stykem se spermii podnítl jejich pohyb. Samotný pyj slouží k uskutečnění pohlavního spojení a k zavedení semene do pohlavních orgánů prasnice, kde dochází k oplození vajíček a vývoji nově vzniklých jedinců (Kozumplík & Kudláč 1980; Reece 2009).

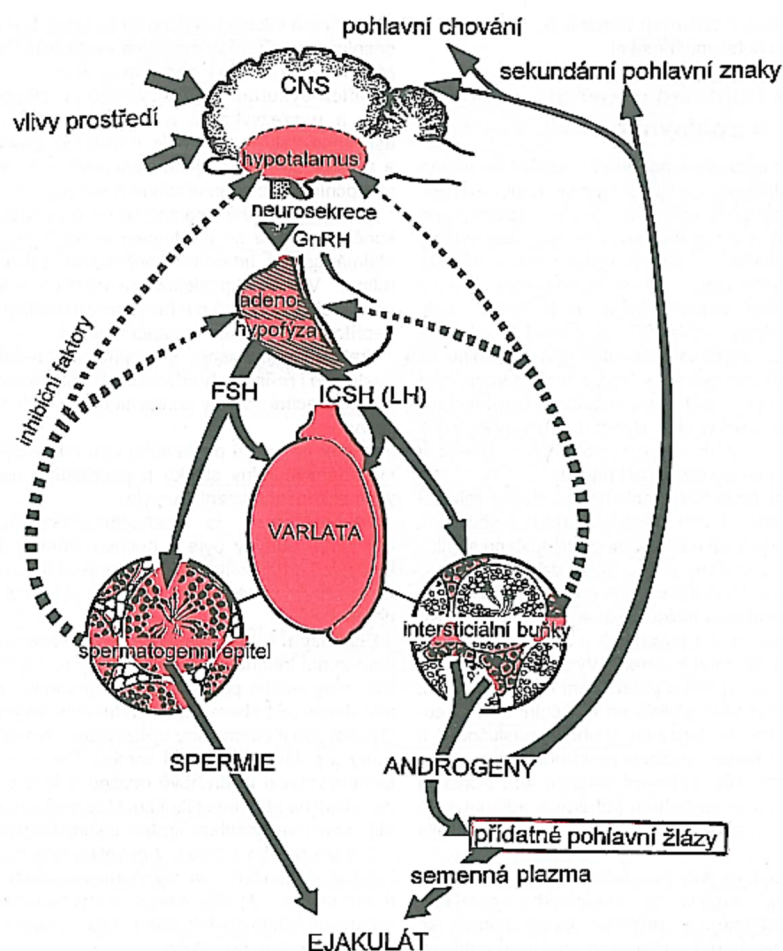
Na obr. 1 jsou popsány jednotlivé části pohlavních orgánů kance: 1 - varle (testis) a nadvarle (epididymis), 2 – semenné váčky, 3 – močový měchýř, 4 – prostata, 5 – Cowperovy žlázy, 6 - pyj



Obrázek č. 1: Vypreparované pohlavní orgány dospělého kance (Kozumplík & Kudláč 1980)

Řídící centrum pohlavních funkcí a projevů u kanců a prasnic je osa hypotalamus – hypofýza – gonády (u kanců varlata). Základními gonadotropními hormony jsou:

- FSH (folikulostimulační hormon) - stimuluje produkci proteinu vázajícího androgeny (ABP = androgene binding protein) v Sertoliho buňkách. Protein je vylučován do lumen sementovného kanálku, kde váže testosteron a další androgeny. Stabilizuje koncentrace těchto hormonů, a tak zachovává správné množství pro spermatogenezi.
- LH (luteinizační hormon) - pro spermatogenezi je tento hormon vyžadován nepřetržitě kvůli tvorbě testosteronu (testosteron podporuje meiózu) (Hájek a kol. 1992; Reece 2009).



Obrázek č. 2: Schéma neurohumorálního řízení pohlavní činnosti samců (Jelínek & Koudela 2003)

3.1.1 Šourek (*scrotum*)

Šourek je kožní vak, který je určen k uložení varlat, u kance ho nalezneme v blízkosti řitního otvoru. Je tvořený vychlípěním stěny břišní. V době intrauterinního vývoje kance se šourek formuje a do vytvořené dutiny sestupuje varle asi kolem 14. dne před narozením. Stěna šourku má 4 vrstvy – vně je neochlupená kůže, která se pevně pojí s vazivovou elastickou vrstvou, ta je označována jako *tunica dartos*. Plochý sval, latinsky *musculus cremaster externus*, nemá však na rozdíl od jiných druhů schopnost přitahovat varle směrem k tříselnému kanálu. V rovině mediální je šourek dělený přepážkou na dvě poloviny (Kozumplík & Kudláč 1980; Reece 2009).

U kanců není výrazně vyvinutý termoregulační mechanismus, kdy šourek reaguje na chlad zvrásněním a na teplo povolením stěny. Pro termoregulaci jsou u kanců dobře vyvinuty potní žlázy na stěně šourku, které napomáhají udržovat o 2-5 C stupňů nižší teplotu, než je teplota tělesná (Kozumplík & Kudláč 1980).

3.1.2 Varle (*testis*) a nadvarle (*epididymis*)

Varle je párová samčí pohlavní žláza tuhoelastické konzistence velmi citlivá na tlak. Kromě samčích pohlavních buněk – spermii se zde tvoří i samčí pohlavní hormon – testosteron (Marvan a kol. 2007).

Varlata jsou uložena v šourku již při narození kanečka. Ve věku 1 roku dosahuje délka varlat asi 22 cm (20–24 cm) a u starších plemeníků je i větší. Varlata by měla mít obě stejný tvar. Avšak občas jedno z varlat může být nevýrazně větší. Pokud je rozdíl velký, může jít o vadu dědičně podmíněnou nebo o následek chorobného onemocnění varlat. Oba případy mohou nepříznivě ovlivňovat plodnost jedince, proto je nutné pozorně vyšetřovat a přísně posuzovat tyto rozdíly (Kozumplík & Kudláč 1980).

Povrch varlat je potažen serózním povlakem, který pevně přirůstá na silné fibrózní pouzdro varletní. Od pouzdra vnikají paprskovitě do hloubky vazivové přepážky, které rozdělují parenchym varlete na lalůčky (Kozumplík & Kudláč 1980).

Spermie se v období pohlavní dospělosti produkují v lalůčkách, které jsou tvořeny z navzájem spojených a propojených stočených kanálků. Točité semenotvorné kanálky směřují od základny lalůčku k jejich vrcholu. Tam se vyrovnávají a přechází v přímé kanálky, vytvářející jemnou síť (Kozumplík & Kudláč 1980).

Semenotvorné kanálky jsou nejdůležitější částí tkáně varlat z důvodu zachování plodnosti kance. Vznikají zde pohlavní buňky s různými vývojovými stádii spermii, které jsou poté

vyplavovány do nadvarlete, kde dozrávají. Schopnost tvorby spermií je značně velká, protože stočené kanálky jsou dlouhé 3–5 km a nepřetržitě pracují. Součástí stěny semenotvorných kanálků jsou Sertoliho buňky. Tyto buňky mají mechanicky podpůrnou funkci pro dozrávající spermie a vylučují do středu kanálku sekret, jehož složení podporuje vývoj spermií. Produkují androgen vázající protein (ABP), který udržuje vysoké a trvalé zásobení tubulu androgeny, které zajišťují dostatečnou spermatogenezi. Dále Sertoliho buňky produkují adenohipofyzární hormon inhibin, který tlumí folikulostimulační hormon (FSH). Leydigovy buňky neboli buňky intersticiální, se nacházejí ve vymezeném vazivu semenotvorných kanálků. Tyto buňky syntetizují samčí hormon – testosteron (Kozumplík & Kudláč 1980; Marvan a kol. 2007).

Nadvarle je důležitý úsek vývodných cest a skládá se ze tří částí. Na vrchol varlete přisedá dobře vyvinutá hlava nadvarlete, která přechází v úzké tělo, dále ve výrazně vyvinutý ocas nadvarlete (Kozumplík & Kudláč 1980).

Hlava (*caput*) nadvarlete je rozšířená a pevně připojená k hlavovému konci varlete, který také široce překrývá. Je složena z více než 10 lalůčků, složených z kliček odvodných kanálků varlete. Odvodné kanálky se vzájemně spojují v jednotný vývod nadvarlete na přechodu hlavy a těla nadvarlete (Kozumplík & Kudláč 1980).

Tělo (*corpus*) je volně připojené k varleti, má tvar úzkého protáhlého oblouku a plynule navazuje na hlavu nadvarlete. Jelikož je zde prostředí bohaté na lipidy, dochází k zesilování povrchových membrán spermií (Kozumplík & Kudláč 1980; Marvan a kol. 2007).

Dále se tělo rozšiřuje až přechází v ocas (*cauda*) nadvarlete, který má tupě zaoblený kuželovitý tvar a přesahuje ocasní konec varlete. Podstatou ocasu je vývod nadvarlete. Tělo i ocas jsou tvořené klikatě probíhajícím kanálkem, v němž dochází k hustému nahlučení spermií, které jsou zde v klidovém stádiu (anabióze, kdy je snížena respirace, vyšší obsah CO₂ a intenzivnější glykolýza) (Kozumplík & Kudláč 1980; Marvan a kol. 2007).

3.1.3 Chámovod (*ductus deferens*)

Chámovod je párová tlustostěnná trubice spojující vývod nadvarlete s močovou trubicí. Přechází přímo z dutiny šourkové přes tříselný kanál do dutiny břišní. Zároveň probíhají ve stejném směru cévy a nervy varlete, čímž je vytvořen semenný provazec v tříselném kanálu. Chámovod kance není ampulovitě rozšířený jako například u přežvýkavců, do močové trubice vyúsťuje samostatně na velmi nízkém semenném hrbolku (Kozumplík & Kudláč 1980).

Stěna chámovodu se skládá ze sliznice, svaloviny a serózy. Svalovina při ejakulaci svými prudkými peristaltickými stahy vypuzuje spermie do močové trubice (Marvan a kol. 2007).

3.1.4 Přídavné žlázy

Sekret přídavných pohlavních žláz je pod neurohumorálním vlivem varlat. Na základě přítomnosti a množství látek (např. fruktózy, kyseliny citrónové, kyselá fosfatázy aj.) je možné posuzovat do určité míry i androgenní aktivitu vyšetřovaných jedinců. Podíl semenné plazmy na celkovém objemu ejakulátu u kance je 95–97 % (Kozumplík & Kudláč 1980).

3.1.4.1 Měchýřkovitá žláza (*glandula vesicularis*)

Párový orgán protáhlého tvaru je u kance dlouhý 10–15 cm. Žlázy jsou zpravidla stejně velké a mají lalůčkovitou kompaktní strukturu. Leží na dorzolaterální ploše močového měchýře po stranách chámovodů. Strukturálně je to složitá tubulózní žláza a vylučuje bělavý slabě zásaditý sekret. Růst přídavných pohlavních žláz je ovlivňován inkretorickou funkcí varlat, kastrací se růst zastavuje. Vyúsťují samostatně na semenném vrcholu roury močové (Kozumplík & Kudláč 1980; Marvan a kol. 2007).

3.1.4.2 Žláza předstojná (*prostata*)

Relativně malá žláza, která se skládá z těla a roztroušené části. Tělo této žlázy je uloženo na začátku močové roury, do níž vyúsťuje četnými vývody ve formě drobných pórů. Roztroušená část obtáčí rouru a je pokryta svalem (Kozumplík & Kudláč 1980).

3.1.4.3 Bulbouretrální žláza (*glandula bulbourethralis*)

Párová žláza se nachází na dorzolaterální ploše rozšířeného bulbu močové trubice, tedy na místě, kde močová trubice prochází přes sedací oblouk (Marvan a kol. 2007). U kanců jsou relativně velké. U dospělého jedince dosahují délky od 12 až 19 cm a šířky v průměru 4 cm (Kozumplík & Kudláč 1980).

Bulbouretrální žláza je svrchu kryta tlustou vrstvou svaloviny. V přední části žláz je svalovina nejmohutnější a po stranách se zprudka tenčí až mizí. Umístění vývodů je v přední části každé žlázy ve formě štěrbin na dorzolaterální ploše sliznice, která vytváří plochu chlopně. Uvedené chlopně zabraňují toku výměšků bulbouretrální žlázy k močovému měchýři (Kozumplík & Kudláč 1980).

3.1.5 Kopulační orgán (*penis*)

Pářící pohlavní orgán neboli pyj, je umístěn od sedacího oblouku přes hráz a krajinu stydkou až do krajiny pupeční. Zároveň jím probíhá močová roura, která slouží i pro průchodnost spermatu. Pohlavní úd je ukončen spirálně utvářeným hrotem. Při ejakulaci je semeno vypuzováno peristaltickými stahy pod tlakem a při přirozeném páření je protlačováno kanálkem děložního krčku do děložních rohů prasnice (Kozumplík & Kudláč 1980; Hájek a kol. 1992; Marvan a kol. 2007; Reece 2009)

3.2 Spermatogeneze

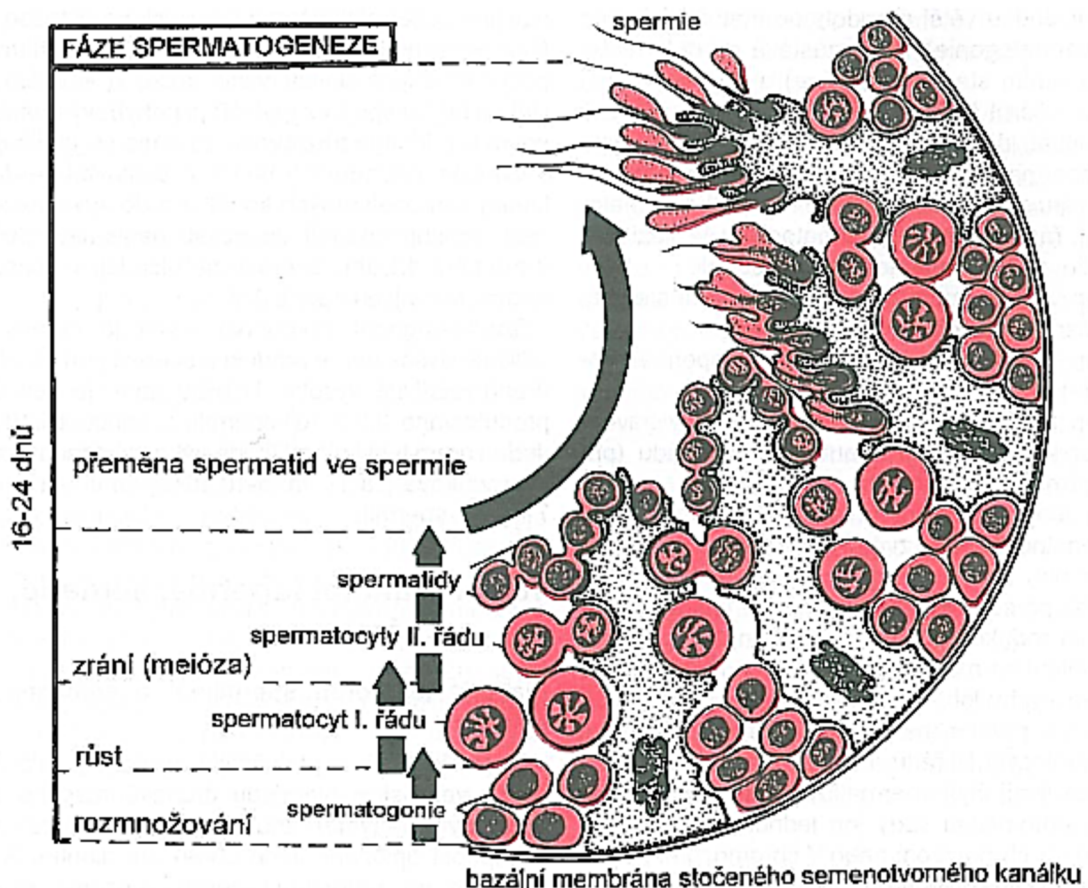
Průběh spermatogeneze se opakuje v cyklech. Je kontinuální v průběhu celého reprodukčního života samce. Před dosažením puberty nemá spermatogeneze ustálený cyklický charakter, a proto ejakulát obsahuje více nezralých forem spermií. Proces spermatogeneze se dle Jelínka & Koudely (2003) dělí na:

1. období rozmnožovací
2. období růstu spermií
3. období zrání spermií (meiózy)
4. období metamorfózy (spermatohistogeneze, spermiogeneze)

Podobně jako u všech savců se spermatogenní proces u kanců skládá ze tří funkčně a morfologicky odlišných fází: spermatogoniální (mitotická), spermatocytární (meiotická) a spermiogenní (diferenciace). Tyto tři fáze jsou pod kontrolou specifických regulačních mechanismů. U prasat jsou čtyři typy spermatogonií:

- nediferencované spermatogonie typu A (jednoduché A, párové A, zarovnané A) - dále se nedělí
- diferencovaná spermatogonie typu A (A1, A2, A3, A4) - vznikají z kmenových buněk, které se opakovaně mitoticky dělí, jsou podobné mateřské buňce. Delší dobu zůstávají v interfázi.
- intermediární spermatogonie (Im) - je spermatogonie, která vznikla společně s A-spermatogonií. Opětovně se několikrát dělí za vzniku B-spermatogonií.
- spermatogonie typu B – naposledy se mitoticky dělí za vzniku primárních spermatocytů s dvojnásobným počtem chromozomů (2n) (Jelínek & Koudela. 2003; Franca a kol. 2005).

Do meiózy (zrání spermií) vstupují primární spermatocyty, z kterých se v prvním meiotickém dělení stávají sekundární spermatocyty. V druhém meiotickém dělení již vznikají čtyři spermatidy, které mají redukovaný počet chromozomů na polovinu (z diploidních na haploidní) a rekombinované genetické vlohy. Poslední fází spermatogeneze je spermatohistogeneze, která probíhá v Sertoliho buňkách. Nepohyblivé spermatidy jsou uvolňovány do lumen semenotvorného kanálku, kde se mění ve štíhlou, kopinatou a pohyblivou spermii. Na hlavičce spermie se složitým procesem formuje s Golgiho aparátu akrozom, jehož enzymy (akrozin, proakrozin, hyaluronidáza, proteináza aj.) rozpouštějí při procesu páření zónu pelucidu a cytoplazmatický obal vajíčka. Tímto procesem je zajištěn průnik spermie do vajíčka a jeho oplození. Schematické znázornění spermatogeneze je na obrázku č. 3 (Jelínek & Koudela. 2003; Reece 2009).



Obrázek č. 3: Spermatogeneze (Jelínek & Koudela. 2003)

3.2.1 Spermie

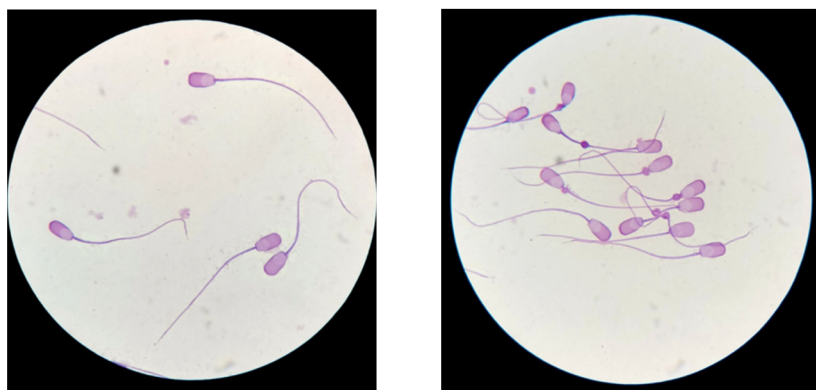
Spermie jsou nejdůležitější složkou ejakulátu. Zralá spermie je podlouhlá buňka o délce 43–45 μm . Semenotvorné kanálky jsou hlavní a největší součástí parenchymu varlat, ale také jsou místem tvorby a zrání spermií. Morfologicky se dělí na dvě hlavní části – hlavičku a bičík, které spojuje segment nazvaný krček. Hlavička spermie obsahuje zárodečnou hmotu a kyselinu deoxyribonukleovou – genetickou informaci. Bičík zajišťuje spermiím jejich motilitu, jelikož obsahuje mitochondrie, které generují energii nezbytnou pro pohyb (Cheah & Yang 2001; Bonet a kol. 2012).

Spermie jsou transportovány přes síť kanálků do hlavy nadvarlete, kde dozrávají. Biologický znak spermií v ejakulátu je pohyblivost, schopnost přežívání a schopnost oplození vajíčka. Spermie s malým heterochomozomem Y (androspermie) jsou lehčí než tzv. gynospermie neboli spermie s větším heterochromozomem X. (Hájek a kol. 1992; Jelínek & Koudela 2003).

Procento zralých spermií v normálním ejakulátu kance se pohybuje mezi 80 a 95 %, nezralých spermií se pohybuje od 5 do 15 % a abnormálních spermií se pohybuje mezi 1 a 5 % (Bonet a kol. 2012).

Deformace spermií mohou být dle Boneta a kol. (2012) klasifikovány takto:

1. Abnormality týkající se vnější nebo vnitřní morfologie ejakulované spermie, jako jsou makrocefalie nebo mikrocefalie, dodatečné hlavičky nebo bičíky, delší nebo kratší bičíky, různé malformace hlavičky, záhyby nebo vinutí bičíku atd.
2. Abnormality podle svého místa původu jako primární (vyvinuté ve varleti během spermatogeneze nebo spermiogeneze) nebo sekundární (vyvinuté během procesu zrání spermií v nadvarleti).



Obrázek č. 4. a 5.: vlevo morfologicky normální spermie, vpravo abnormální spermie (proximální a distální protoplazmatická kapka, hruškovitá hlavička) (Jedlička 2021).

3.2.2 Semenná plazma

Semenná plazma obsahuje látky, které jsou důležité pro pohyb spermií a udržení jejich životaschopnosti během skladování spermatu. Kromě toho má semenná plazma regulativní funkci během procesu oplodnění. U samice ovlivňuje čas ovulace a u samců chrání membrány spermií a udržuje schopnost oplodnění během skladování spermatu (Kommisrud a kol. 2002).

Při uchovávání spermatu v tekutém nebo kryokonzervovaném stavu mohou složky semenné plazmy (SP) v ejakulátech ovlivnit fertilizační schopnost těchto gamet. Objem a koncentrace složek SP se výrazně liší v závislosti na druhu a způsobu sběru spermatu. SP obsahuje látky, které jsou důležité pro udržení spermií životaschopných a plodných. Avšak pokud není SP ze spermatu odstraněna při zpracování ejakulátu včas, může být škodlivá v závislosti na množství a době, po kterou zůstává ve spermatické tekutině. Byly identifikovány látky, které zhoršují (hlavní semenný protein PSPI) nebo zlepšují (např. spermadhesin PSP-I) oplozovací schopnost spermií. V závislosti na jednotlivých samcích, druzích a postupech sběru spermatu může být odstranění SP přínosné před uchováním v tekutém nebo kryokonzervovaném stavu. V některých případech může být odstraněná SP přidána zpět do rozmrazovacího prostředí s pozitivními účinky na rozmrazené sperma a na životaschopnost spermií v reprodukčním traktu samice (Andrade a kol. 2022).

Roca a kol. (2015) pojednávají o tom, že některé funkční proteiny v semenné plazmě s antioxidačními vlastnostmi, jako například glutathionperoxidáza 5 (GPX5) a paraoxonáza-I, jsou spojeny s plodností kanců. Tyto proteiny umožňují rozlišovat kance podle úrovně plodnosti a mohou sloužit jako potenciální markery. Tyto poznatky umožňují kvantifikovat určité složky semenné plazmy a použít je k identifikaci potenciálních plodných plemenků.

Obecně SP obsahuje organické a anorganické složky nezbytné pro několik funkcí souvisejících s procesy před oplodněním (Rodriguez-martinez a kol. 2021). Tyto různé složky mohou být aminokyseliny, proteiny, ionty, cukry, metabolity, lipidy, enzymy, imunoglobuliny, hormony a extracelulární vezikuly.

3.2.3 Produkce semene

Pro ejakulát kance je typický vysoký objem a nízká koncentrace spermií s vysokým celkovým počtem spermií v ejakulátu. Denní produkce spermií u kance je přibližně $16,5 \times 10^9$. Ejakulát obsahuje také typickou rosolovitou složku, která je vylučována se semenem. Úkol této tekutiny je utěsnit hrot pyje kance v děložním krčku prasnice při ejakulaci. Tento rosolovitý sekret z pohlavních orgánů prasnice odchází ihned po seskoku kance. Při inseminaci je odstraňován z ejakulátu filtrací přes sterilní gázu (Hájek a kol. 1992; Reece 2009).

Přibližně ve věku 5 měsíců kance je možné získat první ejakulát. Nezralý ejakulát s nízkým objemem obsahuje málo spermií, které jsou zpravidla nedozrálé s různými tvarovými deformacemi. Takový kanec zatím není využíván ke krytí prasnic v přirozené plemenitbě ani při inseminaci. Ejakulát se mění mezi 5. - 6. měsícem věku. Přibývá na objemu, zvyšuje se počet spermií, ubývají defektní a nedozrálé spermie. Okolo 8. měsíce už může ejakulát odpovídat minimálním požadavkům, které jsou stanoveny pro plodný ejakulát: „objem spermatu 80 ml, koncentrace spermií 80 tisíc v cm^3 aktivita spermií 60 %, morfologické změny na hlavičce spermie do 10 %, změny spojovací části do 50 %” (Hájek a kol. 1992).

Kanec, který v jednom roce dává v přepočtu na den 10 miliard spermií, je schopen mezi druhým a třetím rokem tento počet zdvojnásobit. Proto věk kance principiálním způsobem ovlivňuje produkci semene. S věkem kance roste i jeho plodnost, maxima dosahuje taktéž ve věku dvou až tří let. Pokles plodnosti kanců je zaznamenáván teprve ve věku pěti až šesti let. Plemenný kanec by měl být v plemenitbě využíván až do tohoto věku (Hájek a kol. 1992).

Dalším rozhodujícím faktorem na produkci semene je počet skoků za určitý čas. Hájek a kol. (1992) upozorňuje, že v počtu spermií na ejakulát je velký rozdíl, pokud použijeme kance 6x za týden nebo pouze 1x za týden. Z tohoto je evidentní, že čím častěji využíváme kance v plemenitbě, tím nižší je počet spermií v jednom ejakulátu kance.

3.3 Plodnost kanců

Nejdůležitějším segmentem v reprodukčním managementu je kontrola plodnosti kanců. Znaky plodnosti se hodnotí in vitro (vlastnosti spermií) v testovacích inseminačních centrech a v přirozené plemenitbě se plodnost kanců hodnotí in vivo (procento porodnosti, procento oplodnění a velikost vrhu). Velikost vrhu se vyjadřuje jako celkový počet živě narozených selat (Savić a kol. 2017).

Obecně lze říct, že plodnost kanců je schopnost vykonávat koitus a produkovat sperma do vysokého věku. Také ji můžeme definovat jako nejdůležitější vlastnost v chovu prasat. Variabilita v produkci spermatu u kanců bývá zapříčiněna nejčastěji těmito faktory: věkem kance, frekvencí ejakulace (neboli délkou pohlavní pauzy), velikostí varlat, sezónní fotoperiodou, okolní teplotou, genetickým založením, výživou a sociálním prostředím (Smítal 2001b; Stupka a kol. 2009).

Nejvyšší plodnosti dosahují kanci ve věku 18-30 měsíců. S věkem rovněž roste i produkce objemu ejakulátu. Ve varlatech probíhá tvorba spermií nepřetržitě za snížené teploty, než je tělesná teplota těla, uvádí se o 4° - 7° C nižší (Říha a kol. 2001).

3.3.1 Vnitřní faktory

Pro aplikaci umělé inseminace je nezbytné rychle a přesně odhadnout reprodukční hodnotu kance na základě jeho libida, hodnocení spermatu, úspěšnosti inseminace a počtu selat ve vrhu. Plodnost kance je charakterizována plodností in vitro (vlastnosti spermatu) a in vivo (reprodukční efektivita a počet selat ve vrhu). U vybraných populací prasat jsou kanci v reprodukci průměrně 6 až 8 měsíců (Savić & Petrović 2015). Robinson & Buhr (2005) uvádějí nejčastější důvody nahrazování kanců: genetické důvody (20-45 %), kvalita spermatu (10-30 %), libido (1-21 %), fyzické zdraví (13-60 %) a jiné důvody (10-20 %).

3.3.1.1 Genetické faktory

Znaky související s plodností (jako je objem, koncentrace a motilita spermií) kance mají nízkou heritabilitu ($h^2 = 0,01 - 0,02$) a jsou silně ovlivňovány vnějšími a vnitřními vlivy. Oproti tomu znaky kvality spermatu (morfologie a celková kvalita spermií) mají nízkou až střední heritabilitu ($h^2 = 0,19 - 0,37$). U kanců je detekováno stále více kandidátních genů, které působí na kvalitu spermií nebo na plodnost kance. Například gen, který kóduje protein zvaný HSP70.2 (Heat shock protein 70.2), gen pro steroidní 21-hydroxylázu (*CYP2*), gen ryanodinového receptoru (*RYR1*), gen receptoru prolaktinu (*PRLR*), gen osteopontinu (*OPN*) a gen pro retinol-binding protein 4 (*RBP4*). Dalšími příklady genů, které jsou spojeny s reprodukční funkcí a regulací hormonálních procesů, jsou receptor hormonu uvolňující gonadotropin (*GNRHR*), prolaktin (*PRL*), inhibin alfa (*INH1A*) a inhibin beta A (*INH1BA*) (Lin a kol. 2006).

Hypotalamický hormon uvolňující gonadotropin (GnRH) je hlavním regulátorem reprodukčního systému kanců, spouští syntézu a uvolňování LH a FSH v hypofýze (Cohen 2000).

Estrogeny regulují nejen samičí reprodukci, ale také tu samčí. Jejich funkce je zprostředkována vazbou na estrogenové receptory 1 a 2 (*ESR1* a *ESR2*). Nedostatek *ESR1* vede ke snížení obsahu spermií v nadvarleti, snížené pohyblivosti spermií a schopnosti oplodnění vajíčka samice. Nadměrná exprese *ESR2* má za následek zastavení cyklu zárodečných buněk nebo apoptózu gonád a neplodnost (Gunawan a kol. 2011).

Polymorfismy těchto kandidátních genů by mohly být použity jako markery pro zlepšení vlastností kvality spermatu. Nicméně je nutné dále ověřit užitečnost těchto markerů (Lin a kol. 2006).

3.3.1.2 Hormony

Kanci se vyznačují produkcí velkého množství a širokého spektra pohlavních steroidů, včetně androgenů jako je testosteron, androstenon, androstenedion a dehydroepiandrosteron-sulfát. Testosteron je důležitý pro udržení tvorby spermií a regulaci dalších hormonů. U kanců se testosteron mění na estradiol v Leydigových buňkách varlat. Tato konverze testosteronu na estradiol může probíhat i u jiných druhů savců, nicméně v menším rozsahu než u prasat. Samci prasat jsou jedním z mála zvířecích druhů, u kterých se aromatáza – enzym katalyzující tuto konverzi – nachází v Leydigových buňkách varlat. Kanci produkují v Leydigových buňkách také značné množství estrogenů a také mají mnohem vyšší koncentraci krevních estrogenů než samci ostatních druhů savců. U býků a kanců je vyšší koncentrace estrogenů v semenu než v krevní plazmě. O androgenech platí opačné tvrzení. Estron a 17β -estradiol (E_2) jsou hlavními hormony v krevní plazmě kance. E_2 je důležitý pro zrání varlat, přežití zárodečných buněk a pohyblivost spermií (Claus a kol. 1983; Audet a kol. 2004; Audet a kol. 2009).

Gonadotropiny jsou nezbytné pro růst a vývoj varlat a pro podporu testikulárních faktorů nezbytných pro zahájení a udržení spermatogeneze. Luteinizační hormon (LH) stimuluje sekreci testosteronu Leydigovými buňkami (Audet a kol. 2004; Audet a kol. 2009)

3.3.1.3 Pohlavní dospívání a dospělost

V období odchovu kance se vyvíjejí pohlavní orgány, zvyšuje se s přibývajícím věkem jeho hmotnost a mění se jeho rozměry. Přiměřený denní přírůstek spolu s pohybem zpevňují pohybový aparát a zdraví zvířat. Trénink pohybového aparátu a náležitý vývin pevné kostry jsou předpokladem pro dlouhověkost kance, která je žádoucí k několikaletému využití v plemenitbě (Hájek a kol. 1992).

Pohlavní dospívání je proces, který je zakončen pohlavní dospělostí kance, jenž je schopen plnit úkoly spojené s rozmnožovací činností. V tomto procesu se začínají postupně výrazněji formovat samčí znaky, samčí výraz, dochází k rozvoji pohlavního pudu, k růstu pohlavních orgánů, a nakonec i k tvorbě spermií. Pohlavní dospívání u kanečků začíná ve stáří asi 3,5 měsíců, ale i později a vrcholí kolem 6. měsíce věku. V plemenitbě můžeme bez obav použít kance od věku 8 až 8,5 měsíce s vědomím, že výsledky jsou poněkud nižší než u kanců starších jednoho roku (nižší zabřezávání a plodnost jimi zapuštěných plemenic). Nicméně sekrece feromonů počíná 10 měsícem věku kance. Feromony se vytvářejí ve varlatech a ovlivňují chování a fyziologické pochody u prasnic a prasniček, které probíhají během říje.

Za plnohodnotného kance považujeme toho, který tyto feromony již produkuje. Chovná dospělost u kance nastává v 9-12 měsíci věku (Hájek a kol. 1992).

Pokud se kanec začne reprodukčně využívat dříve, než dosáhne své chovné dospělosti, je možné, že bude negativně ovlivněna jeho plodnost v následném období. U mladých plemenných kanců dojde snadno k vyčerpání, což se projevuje sníženou pohlavní aktivitou a zhoršením kvality spermatu (Hájek a kol. 1992).

Ve studii Schulze a kol. (2014) byla pro výzkumné účely použita populace kanců ve věku 5-8 měsíců, kteří byli pečlivě vybráni na základě klinického a ultrazvukového vyšetření a spermioqramu. Během selekce byla kromě koncentrace spermií zohledněna také motilita, morfologie a vitality spermií.

V diskusi výše zmiňované studie, je důraz kladen na to, že pro výběr kanců pro inseminaci je nezbytné brát v úvahu kvalitu spermatu a věk zvířat. Přestože se většina studií zaměřovala na kance starší 8 měsíců a úspěšnost inseminace u mladších zvířat byla nižší, tato studie prokázala, že i kanci mladší 8 měsíců mohou být úspěšně využiti k inseminaci, pokud jsou pečlivě selektováni na základě kvality spermatu (Schulze a kol. 2014).

Krupa a kol. (2020) uvádí, že věk kance je důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu a množství spermatu, které kanec produkuje, a tím i jeho schopnost oplodnit samici. V průběhu života se u samců snižuje celková produkce spermatu, avšak toto snížení není lineární a závisí na mnoha faktorech, jako jsou např. genetické dispozice, vliv prostředí, výživy a dalších. Za neoptimálnější reprodukční období se u kanců považuje věk mezi 1,5 a 3 lety, kdy produkce spermatu a kvalita spermií jsou na nejvyšší úrovni. Poté začíná postupné snižování reprodukčních funkcí, kdy se většinou zmenšuje objem a koncentrace spermatu, a tedy i celkový počet spermií produkovaných samcem. Nicméně, i v pozdějším věku, kanci stále mohou být schopni produkovat dostatečné množství kvalitních spermií, a tedy plodit potomstvo.

3.3.1.4 Velikost a hmotnost varlat

Velikost varlat u kanců je vysoce dědičná (Huang & Johnson 1996). Podle výsledků dlouhodobých genetických studií vedla selekce kanců na základě velikosti varlat ve 150 dnech věku k pozitivním výsledkům, konkrétně k větším varlatům a vyšší produkci spermií v následujících generacích. Po deseti generacích selekce měli kanci s většími varlaty větší počet spermií v ejakulátu, bez ohledu na to, jak často byly odběry spermatu prováděny (Smital 2001b).

Podle Huanga & Johnsona (1996) a také Flowerse (2008) je nejlepším způsobem, jak zlepšit kvalitu spermatu u kanců určených k inseminaci, selekce podle velikosti varlat v otcovských liniích. Bylo potvrzeno, že u prasat existuje gen nebo skupina genů na chromozomu X, které ovlivňují velikost varlat. Velikost varlat koreluje nejen s denní produkcí spermatu, ale také s hladinami testosteronu. Proto prasata s velkými varlaty vykazují vysokou koncentraci spermatu a hladiny testosteronu, stejně jako velké libido a zvětšená nadvarlata. Větší hmotnost nadvarlat může vést k větší kapacitě pro skladování spermatu, což může zlepšit celkovou plodnost (Walker a kol. 2004; Pinart 2013)

3.3.1.5 Plemenná příslušnost

Projev a variabilita znaků kančího spermatu závisí na plemeni. Borg a kol. (1993) ukazuje rozdíly mezi plemeny v jejich tělesné hmotnosti, velikosti varlat, počtu spermií na ejakulát a v objemu ejakulátu (Savić a kol. 2017).

Tabulka 1. obecně dokazuje, že plemena, která dosahují nižšího objemu ejakulátu naopak mají vyšší koncentraci spermií.

Vliv plemenné příslušnosti kance na kvalitu ejakulátu						
průměr	large white	pietrain	pietrain x duroc	polské large white	polská landrace	duroc x pietrain
Objem ejakulátu (ml)	266,1	158,1	201,3	258,6	251,6	245,1
Koncentrace spermií (x 10 ⁶ /ml)	373,9	547,8	467,8	345,1	367,7	391,8
Počet spermií v ejakulátu (x10 ⁹)	95,1	84,6	92,7	82,9	89,9	91,9

Tab. 1: Vliv plemenné příslušnosti kance na kvalitu ejakulátu (editováno: Václavková & Bělková 2020)

Hybridní kombinace plemen neboli kříženci plemen byli v několika různých studiích srovnáváni s čistokrevnými kanci. Heterózní efekt se projevil rychlejším fyziologickým vývojem kanců, nižším reprodukčním věkem v pubertě, vyšší hmotností varlat s celkovým vyšším počtem spermií. Smital a kol. (2004) ve své práci zjistil, že hybridní kanci mladší 8 měsíců mají silnější libido, větší objem spermatu, vyšší pohyblivost, nižší počet abnormálních spermií a vyšší míru zabřezávání prasnic než kanci čistokrevní. V dospělosti se však rozdíly zmírňují (Pinart 2013).

Produkce spermatu mezi plemeny prasat se výrazně liší. Větší studie provedená Kennedym a Wilkinsem (1984) hodnotila vlastnosti semene čistokrevných kanců, kteří byli chováni v kanadských stanicích po dobu 10 let. Zjistili, že yorkshirští kanci produkují běžně o 10-12 miliard spermií více než kanci plemene hampshire. Další studie ukázaly ještě větší rozdíly v počtu spermií mezi plemeny prasat z Evropy, Číny a Afriky. Kříženci produkují více spermatu než jejich čistokrevní protějšci. Proto existuje velké množství genetické rozmanitosti v produkci spermatu mezi plemeny prasat (Flowers 2008).

Heteróze pro semenné vlastnosti sice může být vysoká, avšak ne všechna křížení vedou ke zlepšení kvality spermatu (Smital a kol. 2004; Smital 2009; Wolf & Smital 2009). Dvě studie s použitím velkého počtu čistokrevných a křížených kanců po dlouhou dobu detailně zkoumaly účinky heterózy na semenné vlastnosti. V první studii Smitala a kol. (2004) byl nalezen významný heterózní efekt na kvalitu spermatu. Nicméně v druhé studii Smitala (2009) byly projevy heterózy méně výrazné. Rozdíly mezi oběma studii mohou být spojeny s vnějšími faktory prostředí, chovatelskými faktory, věkem kanců a frekvencí odběru spermatu. Nicméně výsledky obou studií naznačují, že heteróze obvykle zvyšuje objem spermatu a celkový počet spermií v téměř všech kříženích, a to o 3 až 10 %. Příznivý heterózní efekt na koncentraci spermatu, integritu spermiální membrány a pohyblivost spermatu byl popsán pouze u několika křížení. Ve srovnání s čistokrevnými jedinci se v křížení duroc x large white, duroc x pietrain a large white x pietrain snižuje frekvence abnormálních spermií o 10 až 23 % (Wolf & Smital 2009; Pinart a kol. 2013).

vlastnosti ejakulátu na které působí heterózní efekt	zdroj
Zvyšuje objem spermatu a celkový počet spermií	Významný efekt (Smital a kol. 2004)
	Méně výrazný efekt (Smital 2009)
Snížení frekvence abnormálních spermií	Křížení duroc x large white, duroc x pietrain a large white x pietrain (Wolf & Smital 2009, Pinart a kol. 2013)
Příznivý efekt na koncentraci spermatu, integritu spermiální membrány a pohyblivost spermatu	Pouze u několika křížení (Smital a kol. 2004)

3.3.1.6 Kvalita spermatu

Kvalita spermatu (oplozovací schopnost) kanců je závislá jak na vnitřních (genetických) faktorech, tak na faktorech vnějších (Pinart a kol. 2013).

Množství a kvalita spermatu se pro účely umělé inseminace v současnosti posuzují podle čtyř znaků: objem spermatu, koncentrace spermií, progresivní pohyb spermií a podíl abnormálních spermií. Všechny tyto znaky jsou dílčími charakteristikami spermatu, jelikož je nemožné posoudit kvalitu na základě pouze jednoho z těchto znaků. Spojením výše uvedených vlastností do celkové charakteristiky můžeme zjistit např. počet životaschopných spermií (Smital a kol. 2004).

Kontrola kvality ejakulátu zahrnuje vyšetření ejakulátu pomocí spermiogramu. Mikroskopické hodnocení motility ejakulátu (subjektivním odhadem procentuálního zastoupení spermií) a abnormalit, mikroskopické nebo fotometrické hodnocení koncentrace spermií jsou velmi důležitými metodami při zjišťování kvality, které jsou používány již řadu let (Knox 2015).

Zavedení analýzy spermatu pomocí počítačů způsobilo nárůst v počtu inseminačních center, která zpracovávají a hodnotí kvalitu spermatu. Přístroje jsou způsobilé pro rychlé sčítání stovek spermií během několika sekund a následně pro stanovení jejich motility, koncentrace a následně vypočítají rychlost ředění pro produkci inseminačních dávek (Knox 2015).

Klesající kvalita spermatu kanců s věkem je důsledkem snížení počtu a oslabení funkce Leydigových buněk a zúžení a ztuhnutí semenných kanálků. Tyto změny vedou ke snížení spermatogenní aktivity, zvýšenému poškození zárodečných buněk a zvýšené frekvenci spermií s poruchou kondenzace chromatinu, genetických mutací a aneuploidii (Pinart a kol. 2013).

3.3.1.7 Libido a pohlavní reflexy

Libido, jinak řečeno síla pohlavního instinktu, se projevuje sexuální touhou. Vyrůstající zájem o hodnocení libida u kanců byl zaznamenán při zavedení inseminace, dále také v souvislosti se šlechtěním prasat na vysoký podíl masitých částí (Hájek a kol. 1992).

Měření úrovně libida se v praxi vyjadřuje nejčastěji způsobem chování kance v přítomnosti prasnice v říji, dále měřením doby, která uplyne od přivedení kance k prasnici nebo k fantomu do ejakulace a její délky (Hájek a kol. 1992; Pinart a kol. 2007). Faktory vnějšího i vnitřního prostředí, libido a celý proces sexuálního chování kance ovlivňují. Některé z nich jsou člověkem ovlivnitelné, jako např. přiměřené používání kance k připuštění,

přiměřená výživa, dědičnost libida ve šlechtění, zacházení s kancem, zdravotní stav kance, teplota v ustájecích prostorách apod. (Hájek a kol. 1992).

Je známo, že u kanců klesá úroveň libida v horkých měsících roku, při žirné kondici, při onemocnění a při velké zátěži kance přílišným připouštěním. Kanci se z chovu vyřazují kvůli nízkému libidu, poruchám libida, případně ztrátou libida. Proto je důležité pořizovat kance s výrazným samčím chováním (Hájek a kol. 1992).

Pohlavních reflexů je několik. Tyto reflexy jsou vrozené. Existují i pohlavní reflexy získané, ty však nejsou žádoucí, jelikož obecně působí negativně na pohlavní aktivitu samce a jeho plodnost. Mezi ně patří: reflex pohlavního sblížení, reflex vysunutí pyje, erekční reflex, reflex vzeskoku, reflex vyhledávací a zasunutí, frikční reflex (pohyby pyje v pochvě) a ejakulační reflex zakončený reflexem seskoku. Nerušený, klidný průběh po sobě jdoucích pohlavních reflexů je podmínkou pro dosažení požadované kvality, ale i kvantity ejakulátu (Jelínek & Koudela 2003).

3.3.1.8 Ejakulace

Proces ejakulace u kanců je rozdělen na více fází. První fáze je prespermální, jedná se o sekret prostaty a neobsahuje spermie. Druhá fáze je nejdůležitější, jelikož spermiová frakce ejakulátu obsahuje většinu spermií (různé zdroje uvádějí 70–80 %). Třetí fáze se nazývá postspermální a obsahuje sekrety z přídatných pohlavních žláz, které jsou v ejakulátu nejzastoupenější (Savić a kol. 2014). Ejakulace kance obvykle trvá 5 až 8 minut, avšak v některých případech se může protáhnout až na 15 minut (Maes a kol. 2011).

Reflex, jehož centrum je umístěno v bederní oblasti páteřní míchy, zajišťuje erekci a následnou ejakulaci (Jelínek & Koudela 2003; Reece 2009).

3.3.1.9 Poruchy plodnosti a onemocnění kanců

Lopez Rodriguez a kol. (2017) se zabývá různými patologiemi varlat u kanců a jejich vlivem na kvalitu spermatu. Mezi nejčastější patologie varlat patří varikokéla, fibróza, záněty a krvácení. Varikokéla neboli křečové žíly varlat, jsou způsobeny rozšířením žil v šourku, což má za následek snížení kvality spermatu. Fibróza varlat, tedy tvorba vazivové tkáně, může vést k neplodnosti kanců. Fibróza nebo atrofie bývá konečným stádiem zánětu. Po akutní fázi zánětu (14–21 dnů) sice ustupuje bolestivost a teplota, ale často dochází k srůstům obalů varlete, takto se omezí či zcela znemožní pohyb varlete v šourku. Krvácení do varlat může také způsobit

poškození spermatu a snížení plodnosti. Zánět, například při brucelóze na nadvarleti začíná a následně se přenáší na varle. Zánět bývá zpravidla jednostranný. Občas je plemeník bezpříznakový, jelikož onemocní pouze přídatné pohlavní žlázy. Takto se nemoc skrz ejakulát dále přenáší (Kozumplík & Kudláč 1980; Lopéz Rodriguez a kol. 2017).

V důsledku různých chorobných procesů, dietetických poruch (mykotoxikózy), celkových horečnatých onemocnění, mechanických podnětů, hormonálních poruch apod. dochází k degeneraci varlat. Schopnost kopulace ani libido kanců nebývají narušeny, ač se pozvolna degenerativně mění semenotvorný epitel. Plodnost kanců se ovšem postupně snižuje. Postupně přibývá počet abnormálních spermií, a zvláště spermií nezralých (Kozumplík & Kudláč 1980).

Někdy se může vyskytovat hemangiom, tedy nádor cév (nádor Sertoliho buněk), což je vzácný typ nádoru, který se může projevit sníženou kvalitou spermatu a neplodností. Tyto nádory jsou ovšem relativně vzácné a výskyt je u kanců nízký (Lopéz Rodriguez a kol. 2017).

V souvislosti s výše uvedenými patologiemi a nádory Lopéz Rodriguez a kol. (2017) zdůrazňuje důležitost pravidelných vyšetření varlat u kanců a možnosti využití ultrazvukových vyšetření šourku a varlat pro časné zjištění těchto stavů. Každý zánět varlat nepříznivě ovlivňuje spermatogenezi (Kozumplík & Kudláč 1980).

Důležité je nevyužívat sperma jednostranně kryptorchidních kanců, u kterých dochází k ovlivnění jak kvality, tak produkce spermatu v nadvarlatech (Pinart a kol. 1999).

Poruchy plodnosti kanců ovlivňují negativně výsledky plodnosti prasnic. Jejich projevy jsou v různých intenzitách – od snížení plodnosti až po úplnou neplodnost. Tyto poruchy můžeme zařadit do tří kategorií:

1. porucha libida
2. neschopnost páření při normálním libidu (*impotentio coeundi*)
3. neschopnost oplození (*impotentio generandi*)

Je známo mnoho příčin poruch plodnosti u kanců, zde budou uvedeny pouze některé z nich (Hájek a kol. 1992).

Perzistující uzdička

Anatomická anomálie, která je na pohlavním údu viditelná, zabraňuje páření i odběru semene. Jedná se o srůst sliznice hrotu pyje se sliznicí předkožkového vaku. Fyziologicky dochází k uvolnění pyje od předkožky ve věku mezi 80. až 120. dnem. Uzdička zabraňuje přirozenému vysunutí pyje. Po ztupoření pyje dochází k vysunutí pouze jakési smyčky. Kanci

takto postižení časem odmítají vzeskok na prasnici, jelikož je tato anomálie bolestivá a kanci tak ztrácejí libido. Vada je sice chirurgicky odstranitelná, přetětím uzdičky, ale je však geneticky přenosná na potomstvo. Z těchto důvodů je tento chirurgický zákrok možné využívat pouze u chovných kanců, jejichž potomstvo je určeno k jatečným účelům (Hájek a kol. 1992).

Poruchy pohlavního pudu

Tyto poruchy jsou buď genetického (dědičného) založení, nebo jsou způsobeny působením vnějších faktorů. Zaznamenáváme je při nadměrném využívání plemenných kanců, při onemocněních, při chybách ve výživě (žírná kondice). Za jejich vznikem může stát i ošetřovatel, který s plemeníkem zachází nešetrně. Nedostatečné využívání kance k plemenitbě je také záminkou pro vznik poruchy pohlavního pudu, zde je problém v návyku onanie a kanec je následně v plemenitbě nespolehlivý (Hájek a kol. 1992).

Poruchy pohlavních reflexů

Předčasná ejakulace je zaznamenávána častěji u mladých kanců po větším pohlavním vydráždění, kdy kanci ejakulují dříve, než dojde k zavedení pyje. Podobný postup je znám i u kanců s bolestivým onemocněním zadních končetin. Po několika marných pokusech o vzeskok, kanci ejakulují vsedě. U zdravých aktivních jedinců lze tuto poruchu řešit přiměřeným režimem využití. Nedokonalé ztopoření pyje či absence erekce je další poruchou pohlavních reflexů. Postižení jedinci nemohou zavést pyj do pohlavních orgánů prasnice, přestože je normálně anatomicky vyvinut. Výskyt této poruchy je výjimečný (Hájek a kol. 1992).

Poruchy plodnosti kvůli neschopnosti vzeskoku (*impotentio coeundi*) jsou nejčastěji způsobeny nemocemi pohybového aparátu různé etiologie. Nejčastěji jsou postiženy u prasat špárky. Na zadních končetinách jsou vnější špárky fyziologicky více zatěžovány. Nejčastější faktor je nevhodné ustájení mající za následek častý výskyt hniloby patek nebo rozštěpů rohové stěny. Další vyskytovanou vadou, především u plemenných kanců, je tzv. disharmonie špárků. V důsledku toho dochází k předčasnému vyřazování plemeníků, jelikož mají potíže při odběrech semene. Existují další onemocnění pohybového aparátu, kvůli kterým jsou plemeníci vyřazováni, např. rachitis, osteomalacie, osteodystrofie, chronické deformující artrózy kloubu tarzálního a kyčelního, atd (Kozumplík & Kudláč 1980).

3.3.2 Vnější faktory

Vlivy vnějšího prostředí se významně podílejí na změnách plodnosti, protože míra genetické dědivosti je zde nízká (Hájek a kol. 1992). Tyto faktory jsou často provázané. Během horkých letních měsíců, kdy jsou teploty vysoké je spotřeba krmiva u kanců nižší. Následkem toho jsou zvířata ve stresu, který vede k inhibici spermatogeneze. Výživa je řazena mezi nejvýznamnější vnější faktor, který ovlivňuje plodnost kanců (Hájek a kol. 1992; Kunavongkrit a kol. 2005).

Lopéz Rodríguez a kol. (2017) ve své práci uvádí, že dosud neexistuje žádný výzkum o vlivu kvality vzduchu, filtrace vzduchu, koncentrace amoniaku nebo jiných plynů na kvalitu spermatu kanců nebo jiných druhů zvířat. Ačkoliv je dobré zmínit, že výše vyjmenované faktory jsou nezbytné pro pohodlí a pohodu zvířat, která následně na reprodukční vlastnosti vliv má.

3.3.2.1 Výživa a krmení

Cílem je dosažení optimální celoroční produkce semene u kanců. V inseminačních stanicích a u přirozené plemenitby jsou to maximální výsledky v reprodukci. Proto, aby byl plemenný kanc schopen co největší produkce životaschopných spermií, temperamentní a aktivní při hledání říjících prasnic, se doporučuje krmit kompletní krmnou směsí pro chovné kance (KA). Základ této směsi je tvořen z ovsu, pšenice, ječmene, sójového extrahovaného šrotu, krmné kvasnice, sušeného mléka. Pro kvalitu spermatu není rozhodující množství přijatého krmiva, ale jeho obsah živin, minerálů a vitamínů, dále nezávadnost, např. obsah toxických látek produkovaných plísněmi (mykotoxiny) (Zeman a kol. 2006; Říha a kol. 2001; Václavková & Bělková 2020).

Vyvážená krmná dávka (KD) pro chovného kance má určité požadavky na živiny v krmivu. Takové krmivo je poté odvozené od věku, kondice, podmínek prostředí, ve kterých je chován, a také od frekvence využití kance. Krmivo by mělo být poskytováno 2x denně. Samozřejmostí je také přístup k nezávadné vodě. Pokud je intenzita využití kance malá, je dostatečná základní krmná dávka a to 2,5 - 2,7 kg na den. Při vysoké intenzitě využití je doporučováno zvýšit denní dávku směsi o 0,5 kg. Pokud je dávkování nižší a podmínky příhodné, je možné přikrmovat šřavnatými objemnými krmivy, např.: krmnou řepou, krmnou mrkví, případně zelenou pící v dávce do 3 kg na kus a den (Zeman a kol. 2006; Václavková & Bělková 2020). Flowers (2022) ve své studii uvedl dva obecné závěry a to, že k udržení normálního libida a produkce spermií dospělého kance (> 200 kg), je adekvátní 37 MJ

metabolizované energie a 230 g hrubého proteinu denně. Za druhé, že omezení bílkovin a neadekvátní energetický příjem je rozeznatelný dříve, než je ovlivněna spermatogeneze. Bylo zaznamenáno, že libido kanců klesá dříve, než klesne kvalita a kvantita spermií v období, kdy dochází k chronickému nedostatku živin. Tento poznatek je pro management chovu kanců velice výhodný, jelikož umožňuje včasnou identifikaci a intervenci.

Kanci, kteří jsou využíváni v přirozené plemenitbě, by měli být krmeni tak, aby dosahovali nižší tělesné hmotnosti a mohli být využíváni k zapouštění prasnic a prasniček menšího tělesného rámce. Pokud je kanec překrmovaný, dochází k nárůstu tělesné hmotnosti, tedy k žírné kondici, ale také ke ztrátě libida. Jedinec je méně aktivní, dochází u něj k problémům s pohybovým aparátem, což mu znesnadňuje skok na prasnici (Václavková & Bělková 2020).

Spermie ovlivněné nekvalitní výživou, tedy takovou, která neobsahuje dostatek živin, vitamínů či minerálů, se v ejakulátu objeví za 42 dnů od podání nevhodné KD (Zeman a kol. 2006). Úspěšná reprodukce proto vyžaduje kompletní zásobování makro a mikro živinami, jako je zinek, vitamin A (retinol), vitamin B12, vitamin B9 (folát, kyselina listová), vitamin E, vitamin D, selen, nikl, mangan, chrom, měď, mastné kyseliny, proteiny, arginin a karnitin (Cheah & Yang 2011). Tyto živiny jsou typicky buď složkami spermií samotných, nebo jsou nezbytnými faktory/kofaktory v metabolických drahách nezbytných pro produkci, ochranu a funkci spermií. Použití těchto mikroživin jako doplňků vyvážené stravy může zlepšit spermatogenezi u kanců, nicméně výsledky studií zabývající se touto problematikou jsou nejednoznačné. Některé uvádějí výrazná zlepšení, zatímco jiná naznačují, že nejsou účinky žádné. Ve studiích Audeta a kol. (2009), Maya-Soriano a kol. (2013), Cabezona a kol. (2016), Chena a kol. (2018) a Lugara a kol. (2019) bylo zjištěno z velké části zlepšení kvality a kvantity spermatu po suplementaci vitamínů A a E, selenu a L-argininu. Suplementace byla aplikována při působení několika faktorů, které obecně působí negativně na reprodukci kanců, především tepelný stres (v horkých letních měsících), časté odběry ejakulátu a jiné typy stresorů. Tato zjištění jsou užitečná zejména pro zmírnění sezónní neplodnosti kanců vyvolané tepelným stresem (Flowers 2022).

Zinek má v reprodukci veliký význam, jelikož jeho koncentrace jsou v samčích pohlavních orgánech vysoké. Podílí se na anatomickém vývoji i na normální funkci reprodukčních orgánů. Spermatogenezi podporuje tak, že se aktivně podílí na zrání spermií a zachovává germinativní epitel. Nízký příjem zinku může způsobit zpoždění vývoje varlat a zastavení spermatogeneze. (Cheah & Yang 2011). Vitamin A je nezbytný pro normální proces spermatogeneze, přičemž kyselina retinová je alternativním metabolitem

vitaminu A – řídí diferenciaci spermatogonie a adhezní charakteristiky spermatid. Vitaminy E a C jsou nejdůležitějšími neenzymatickými antioxidanty při doplňování výživy. Vitamin E zahrnuje skupinu sloučenin rozpustných v tucích (tokoferoly a tokotrienoly), které působí jako antioxidanty proti oxidativnímu stresu. Vitamin E zachycuje volné radikály, stabilizuje membránu spermií s tvorbou méně škodlivých komplexů. Vysoká suplementace vitaminu D pozitivně působí na kvalitu semene (Calderón-Calderón a kol. 2022).

Zeman a kol. (2006) dále připomíná, že je důležité kontrolovat dolní kritickou teplotu prostředí, která je pro prasata 17 °C. S každým dalším stupněm Celsia pod touto teplotou musíme ke KD připočítat 0,85 MJ/kus/den. Pokud mají kance možnost volného pohybu ve výběhu, zvyšujeme vypočtenou normu o 10 %.

Korelace mezi výživou kance a kvalitou semene existuje. Pro zlepšení reprodukčního výkonu kanců v umělé inseminaci byly testovány různé doplňky stravy obsahující vitamíny, antioxidanty nebo nenasycené mastné kyseliny. Nicméně stále existují neshody ohledně přínosů, které způsobí konkrétní přísada, protože účinky doplňování jsou proměnlivé v závislosti na plemeni a fyziologickém stavu samců, stejně jako na environmentálních a chovatelských faktorech (Pinart a kol. 2013).

3.3.2.2 Ošetřování a ustájení kanců

Podle evropské legislativy (směrnice Komise 2001/93/ES) musí být vyhrazený kotec pro jednoho kance o výměře alespoň 6 m² s pevnou podlahovou plochou. Ustájení musí kanci umožnit otočit se, slyšet, vidět a cítit ostatní kance. Způsob ustájení dospělých kanců může ovlivnit zdraví kance a přímo ovlivnit kvalitu spermatu bakteriálními infekcemi (Lopéz Rodriguez a kol. 2017; Savić a kol. 2017).

Lopéz Rodriguez a kol. (2017) ve své práci zjistil, že skupinové ustájení – dospívajících (cca 8) kanců – o velikosti 4 m × 4,3 m od 30 kg do doby, než úspěšně dokončili dva koitusy (přibližně ve věku 6 měsíců), je prospěšné pro následnou reprodukční výkonnost. U takto odchovaných jedinců bylo v dospělosti zaznamenáno lepší libido, vyšší objem ejakulátu a nepřímo i vyšší zabřezávání prasnic a větší velikost vrhu (Savić a kol. 2017).

Kunavongkrit a kol. (2005) uvádí, že důsledkem sociálního omezení a izolování mladých kanců během období pubertálního vývoje je subnormální vývoj sexuálního chování. Chybějící nebo snížené libido je často spojeno se sníženou délkou ejakulace, což může mít za následek alespoň z části nižší produkci spermatu, jelikož je negativně ovlivněna endokrinní aktivita osy hypotalamus-hypofýza-varle. Zde jsou potřeba další studie.

Při ošetřování kance musí být zacházení s nimi různé. Ošetřovatel musí být kancem respektován. Ovšem je nutné veškeré zootechnické i veterinární zákroky provádět tak, aby neohrožovaly pohodu zvířat. Ošetřovatelé, kteří jsou s kancem v přímém kontaktu, by si měli budovat jejich důvěru. Správné ošetřování a zacházení s plemeníky má pozitivní dopad na plodnost celého stáda (Smital 2001b; Savić a kol. 2017).

Plemenní kanci vyžadují ošetření špárků a pašpárků dle jejich potřeby a u agresivních jedinců je nutné z bezpečnostních důvodů i zkrácení špičáků - „klů“ pod narkózou. K pravidelnému ošetřování patří kartáčování na sucho, tedy odstraňování šupin odumřelé pokožky, mytí – sprchování, a to buď teplou, či studenou vodou v závislosti na ročním období. Velmi důležité je dbát na čistotu kůže šourku, kde se může vyskytovat zákožka svrabová (Říha a kol. 2001).

Hájek a kol. (1992) ve své práci připomíná rčení „plemeník je půl stáda“ a tomu má odpovídat i úroveň péče o něj.

3.3.2.3 Teplota prostředí

Kunavongkrit a kol. (2005) ve svém článku tvrdí, že nejdůležitějším faktorem je tepelný management a management vlhkosti vzduchu, jelikož nadměrně chladné nebo vysoké okolní teploty a vlhkost kance stresují a tím ovlivňují jejich příjem krmiva.

Vysoká okolní teplota nepříznivě ovlivňuje také produkci spermií u kanců, tedy spermatogenezi. Převážná část kanců má normální produkci spermií, pokud okolní teplota nepřesáhne 29°C (Smital 2001b). Podle Kunavongkrit a kol. (2005) bylo prokázáno, že zvýšené okolní teploty mají negativní dopad na kvalitu spermatu, hlavně na parametry jako je pohyblivost spermií. Procento normálních spermií s nestárnoucím akrozomem je sníženo. Zvýšilo se procento abnormalit hlavičky spermií a spermií s proximální cytoplazmatickou kapénkou.

Kanci, kteří jsou vystaveni teplotě 34,5 °C po dobu 8 hodin a 31,0 °C po dobu 16 hodin 90 dní v kuse, měli nižší pohyblivost, horší morfologii spermií a také sníženou plodnost ve srovnání s kancem, kteří měli teplotu udržovanou na 23,0 °C. Zdá se také, že mateřské čistokrevné linie jsou citlivější na vyšší teploty. Dalším rizikovým faktorem je kolísání teploty o více než 10 °C (25–35 °C) mezi dnem a nocí. Indikátorem tepelného šoku může být intenzita dýchání. Normální míra je 15–20 dechů za minutu, při teplotním stresu kanci dýchají na úrovni 40-50 dechů za minutu. (Smital 2001b; Lopéz Rodriguez a kol. 2017).

Po 7–14 dnech dochází k projevení tepelného stresu na kvalitě spermatu, která se následně stabilizuje za 5–8 týdnů. Smital (2001b) ve svém článku popisuje, že je tomu tak dlouho proto, že spermie se ve varlatech tvoří 35 dní a průchod nadvarlaty trvá přibližně dalších 10 dní. Do obnovy kvalitního spermatu musí uplynout 45 dní. Tepelně neutrální zóna (pro plemenné kance) je nejistá a mění se na základě vybraného plemene nebo konstitučního typu (Parrish a kol. 2017).

3.3.2.4 Vliv sezóny a fotoperiody

Vliv ročního období na reprodukční vlastnosti nebyl domestikací potlačen. V našich zeměpisných šířkách v období podzimu klesá denní světlo. Tento fakt obecně způsobuje fyziologické změny, které stimulují reprodukční funkce u kanců. Byly pozorovány vyšší hladiny steroidních hormonů a zvýšená produkce spermií. Sezónní výkyvy v kvalitě produkovaných spermií jsou spojeny se změnami fotoperiody a tepelným stresem během léta. Produkce spermatu během roku kolísá až o 25-30 % (Pinart a kol. 2007; Lopéz Rodriguez a kol. 2017; Smital 2004).

Vliv sezóny na kvalitu ejakulátu kanců					
Období roku	Objem (ml)	Motilita spermií (%)	Koncentrace spermií ($10^3/\text{mm}^3$)	AST v supernatantu (mU/10na9)	AST ve spermiích (mU/10na9)
1–3	266,94	74,31	401,69	113,86	154,95
4–6	231,55	76,67	416,11	101,1	157,97
7–9	253,83	66,61	399,02	124,3	139,18
10–12	292,78	67,64	339,36	129,95	126,04

Tab. 2 Vliv sezóny na kvalitu ejakulátu kanců (editováno: Václavková & Bělková 2020)

V Tabulce 2 jsou prezentovány sledované parametry, které ovlivňují kvalitu ejakulátu u kanců v závislosti na ročním období. Mezi tyto parametry patří i koncentrace enzymu AST (aspartátaminotransferáza) v semenné plazmě, která je považována za jeden z indikátorů poškození spermií, pokud dojde ke zvýšení aktivity enzymu (Václavková & Bělková 2020).

Existuje interakce mezi sezónou a věkem, která byla popsána jako faktor ovlivňující termoregulační schopnosti kanců v průběhu stárnutí. Věk ovlivňuje citlivost prasat na tepelný stres prostřednictvím fyzických nebo fyziologických funkcí. Lepší termoregulační schopnost kanců ve věku 10 měsíců než u plně dospělých jedinců (36 měsíců) koreluje s větší povrchovou plochou těla (cm²) a menším obsahem podkožního tuku, což umožňuje ztrátu tepla. Srovnávací studie kvality spermatu čistokrevných kanců plemene duroc ve věkovém rozmezí 10-80 měsíců v chladných a teplých obdobích ukázala, že pokles kvality spermatu během teplých měsíců je méně výrazný u mladých kanců (10-30 měsíců) než u dospělých kanců (>35 měsíců). Průměrný objem spermatu u kanců ve věku 10 měsíců je během teplých i chladných měsíců srovnatelný (přibližně 185 ml). S věkem se postupně zvyšuje objem spermatu – v chladném období dosahuje maximální hodnoty 242 ml ve věku 46,2 měsíců, zatímco v teplém období dosahuje maximální hodnoty 218 ml ve věku 36 měsíců. Poté dochází k poklesu objemu spermatu během obou období, avšak s různou rychlostí, což vede k různé reprodukční životnosti – v chladném období klesá objem spermatu na 180 ml ve věku 81 měsíců, zatímco v teplém období klesá ve věku 62,8 měsíců (Huang a kol. 2010).

Úloha světelného režimu na kvalitu spermatu je kontroverzní. Kanci, kteří jsou vystavováni přirozenému světlu se suplementací umělým světlem (10-500 lx) k udržení konstantních 15 hodin světla denně od 11. - 26. týdne věku, měli rychlejší pohlavní dospívání a lepší libido nežli kanci, kteří dostávali pouze přirozené světlo během stejného období. Nedošlo však k žádnému vlivu na kvalitu spermatu (Rodriguez a kol. 2017).

Kunavongkrit a kol. (2005) ve své studii zmiňuje, že krátká délka dne stimuluje spermatogenezi v pubertálním období kanců, zatímco dlouhý den ji potlačuje. Pokud intenzita světla ve fotofázi (světlá fáze dne) dosáhne 40 lx a ve skotofázi (tmavá fáze dne) je menší než 1 lx, potom prasata dokážou odlišit den od noci. Umělá úprava délky světelného dne nebo podávání exogenního melatoninu může mít pozitivní vliv na reprodukční výkonnost u kanců v problémových měsících roku. Fotoperioda ovlivňuje také příjem krmiva a předpokládá se, že dlouhé fotoperiody stimulují příjem krmiva.

3.3.2.5 Frekvence odebírání ejakulátu

Obecně se kančí ejakulát v centrech AI odebírá přibližně dvakrát týdně. Je známo, že vysoká frekvence odběrů má negativní vliv na morfologii a motilitu spermií. Spermie jsou nuceny rychle přecházet z hlavy nadvarlete do ocasu nadvarlete a nemají tak dostatek času na dozrávání v těle nadvarlete (Rodriguez a kol. 2017).

Dle studií mnoha autorů je optimální pauza mezi dvěma skoky 3–5 dní, avšak u mladých kanců by pauza měla být větší (minimálně 7 dní). Počet spermií v ejakulátu se při exploataci kance vícekrát než jednou týdně snižuje. Výzkum provedený Savičem & Petrovičem (2015) prokázal významný vliv intervalu mezi dvěma skoky na objem ejakulátu, celkový počet spermií a celkový počet dávek spermatu na ejakulát. Interval 7 dní mezi dvěma odběry ukázal lepší účinek na produkci spermií, z čehož vyplývá, že odběr kančího spermatu by měl být prováděn alespoň jednou týdně. Intervaly mezi dvěma odběry trvající 7 dní a méně měly za následek vyšší objem ejakulátu (o 42,64 ml), vyšší počet spermií v ejakulátu (o $7,68 \times 10^9$) a vyšší počet dávek na odběr (o 2,64) ve srovnání s intervaly trvající déle než 7 dní. Při delších intervalech klesá roční úroveň užítkovosti kanců na jeden odběr, což se může negativně odrazit na zvyšujících se výrobních nákladech (menší počet dávek na odběr, menší počet odběrů na roční úrovni a nutnost chovat větší počet kanců) podniku (Savić a kol. 2017).

Mladí kanci, kteří jsou vybráni do inseminačního programu, se začínají cvičit k odběru ejakulátu na fantomech od 7 měsíce věku. U většiny kanců je výcvik dokončen do dvou týdnů. Pokud projdou raným hodnocením plodnosti ve věku 8–9 měsíců, začínají se pravidelně odebírat. Nejprve je frekvence odběru jednou týdně. Postupně se však přechází na častější odběry, kdy jsou intervaly odpočinku 4–5 dnů, aby došlo k optimalizaci kvality spermatu a produkce dávky (Knox 2015).

V praxi jsou někteří kanci pro svou snadnou manipulaci či kratší dobu přípravy na vzeskok využíváni k odběru ejakulátu častěji. Nebere se však ohled na intenzitu exploatace a pauzy mezi skoky jsou tak krátké. Tímto způsobem jsou zvířata nejen velmi vyčerpaná, ale také mají slabší fertilizační kapacitu ejakulátu. Z tohoto důvodu je nutné dbát na četnost odběrů kančího semene, aby bylo získáváno sperma s optimální fertilizační schopností (Savić a kol. 2017).

3.4 Management chovu kanců

Umělá inseminace je preferovanou metodou reprodukce ve většině systémů intenzivní produkce prasat po celém světě. Neustálé rozšiřování inseminačních stanic prasat znamená, že je kladen důraz na výběr kanců, kteří dlouhodobě produkují vysoce kvalitní ejakuláty. Od plemenného kance je nutné zajistit produkci vysokého počtu dávek semene na ejakulát s dobrou oplodňovací schopností (Lopéz Rodríguez a kol. 2017). Maes a kol. (2011) poukazuje ve své studii na to, že výsledek umělé inseminace z velké části závisí na kvalitě spermatu a také na postupu inseminace. Každá možnost k identifikaci a eliminaci faktorů, které ovlivňují

kvalitu i kvantitu ejakulátů, by měla přispět ke zvýšení počtu inseminačních dávek dostupných pro použití v inseminačních programech (Sancho a kol. 2004; Lopéz Rodriguez a kol. 2017).

Kontrola kvalitativních i kvantitativních znaků kančího spermatu má pro chovatele prasat značný ekonomický význam. Parametry spermatu jsou individuální a závislé na mnoha vnějších a vnitřních faktorech. Objem ejakulátu a progresivní pohyblivost spermií jsou charakteristiky, které určují počet vyprodukovaných dávek na ejakulát a reprodukční schopnost spermií (Frunza a kol. 2008; Savić a kol. 2013). Maes a kol. (2011) ve své studii pojednává o třech klíčových faktorech, které je třeba zohlednit při používání spermatu v inseminačních stanicích. První faktor se týká používání spermatu pouze zdravých kanců kvůli možné kontaminaci patogeny, které mohou způsobit rozsáhlý výskyt chorob u prasnic. Druhým faktorem je oplodňovací schopnost dávek spermatu, která závisí na kvalitě spermií, a proto je nutné provádět testy. Třetí faktor se týká postupů zpracování spermatu, které jsou důležité pro minimalizaci přítomnosti mikrobů a získání vysoké kvality (životaschopných) spermií v dávkách připravených k použití, které lze skladovat několik dní.

V managementu chovu kanců se rozlišují tři způsoby připouštění. Volné připouštění, připouštění tzv. „z ruky“ a umělá inseminace. Plodnost plemenného kance v přirozené plemenitbě se hodnotí na základě plodnosti zapuštěných prasnic. Pro umělou inseminaci jsou vybíráni kanci s nejlepšími vlastnostmi. Volné připouštění je pro velkochovy nevhodné, jelikož není dokonalá možnost kontroly zapouštění, a tak vznikají potíže při organizaci porodů (Kozumplík & Kudláč 2003, Jedlička 2020a).

3.4.1 Selektce kanců do inseminace

Při výběru kanců pro umělé oplodnění na základě kvality spermatu je nutné brát v úvahu věk kance. Kvalita spermatu u mladších kanců je obecně nižší než u starších kanců (Schulze a kol. 2014). Pokud jsou však kanci vybíráni příliš brzy, může to vést k zavádějícím výsledkům a zpomalit rychlost genetického zlepšování. Kromě toho jsou kanci s nižší kvalitou spermatu často vyřazováni z chovu a jsou pak často využíváni pro produkci masa. Aby se tomu předešlo, navrhuje se „očkování“ kanců proti hormonu GnRH ve věku 16 týdnů. Oliviero a kol. (2016) ve svých výsledcích uvedl, že jedna dávka anti-GnRH neovlivnila budoucí počet spermií a jejich motilitu u kanců vybraných pro umělou inseminaci. Takto imunokastrovaní kanci měli po porážce naopak vyšší pH a lepší barvu masa než kanci, kteří nepodstoupili imunokastraci. Avšak tato metoda by měla být používána opatrně, protože při opakovaném „očkování“ může dojít k negativním účinkům, jako je snížení velikosti varlat a špatný vliv na kvalitu spermatu (Lopez Rodriguez a kol. 2017).

Lopez Rodriguez a kol. (2017) ve své studii navrhuje porodní váhu jako kritérium pro výběr kanců s nejvyšším reprodukčním potenciálem v mladém věku. Kanci s nižší porodní váhou (kolem 1 kg) mají po pubertě menší varlata než kanci s vysokou porodní váhou (kolem 2 kg). Nicméně, kvalita spermatu, charakterizována jako pohyblivost, objem, koncentrace, integrity DNA a akrozomu a morfologie spermatu, je ovlivněna porodní váhou. V pozdějším věku

(150 dní) může být výběr kanců proveden na základě velikosti varlat, což bylo spojeno s celkovým počtem spermií v ejakulátu. Nebylo však zjištěno spojení s pohyblivostí, objemem nebo morfologií spermatu (Huang & Johnson 1996).

Ze studie Robinson & Buhr (2005) vyplývá, že zákazníci požadují inseminační dávky z genetických linií, které mají potenciál produkovat potomstvo s dobrými vlastnostmi pro produkci masa. Nicméně, výběr kanců s cílem zlepšit růstové tempo může negativně ovlivnit kvalitu spermatu. Podle studie Schulze a kol. (2014) se zdá, že kanci plemen piétrain a duroc mají menší počet spermií než kanci plemen landrace, large white a yorkshire. Studie také pozorovala malé rozdíly v motilitě a morfologii spermií mezi různými plemeny kanců, ale individuální variace je pravděpodobně důležitější než variace mezi plemeny.

Před výběrem kanců do umělé inseminace by měly být prozkoumány genetické markery. Týkat by se mohly nízkého věku pro pohlavní dospělost, vyšší odolnosti vůči tepelnému stresu nebo lepšího udržení kvality spermatu při skladování v tekutém nebo zmrazeném stavu (Flowers a kol. 2008). Je také pravděpodobné, že abnormality spermií jsou genetického původu. Proto byly některé kandidátní geny navrženy jako příčina těchto abnormalit. Je tedy možnost, že by se díky genetické selekci mohlo těmto defektům ve spermatu kanců v následujících generacích vyhnout (Lopez Rodriguez a kol. 2017).

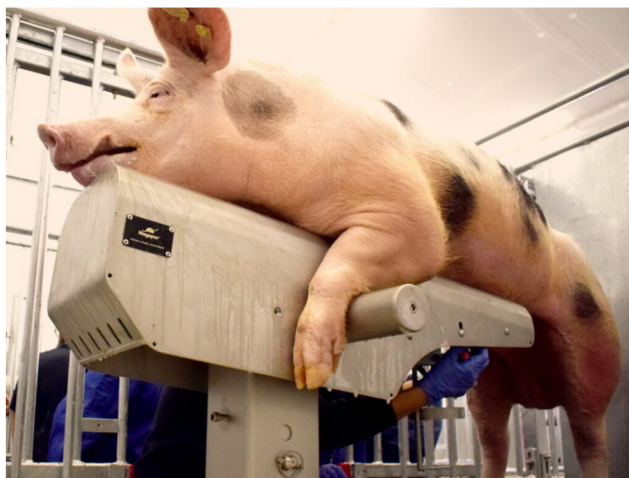
3.4.2 Odběr a hygiena při odběru semene

Podobně jako kotec pro ustájení musí být i sběrný kotec bezpečný pro kance a ošetřovatele. Dále by měl umožňovat rychlý proces odběrů. V nedávné době byla vyvinuta automatizace sběrné linky, které jsou nenáročné na obsluhu. Tento systém zahrnuje mimo jiné pneumatické otevírání přístupových dveří a elektronickou identifikaci sběrače a kance. Bylo prokázáno, že takto automatizovaná linka zvyšuje počet odebraných kanců na sběrač za hodinu, aniž by byla snížena produkce spermií (koncentrace a objem). Různí výrobci automatizovaných systémů odběru spermatu tvrdí, že snižují bakteriální kontaminaci (Lopez Rodriguez a kol. 2017). Přestože byly vyvinuty automatizované systémy odběru spermatu,

používá se častěji ruční technika v rukavicích s kancem, který je vycvičen ke skoku na fantom. Fantom by měl být z pevné konstrukce bez ostrých hran a měl by se nacházet v tiché místnosti určené pro odběr spermatu, kde je nekluzká podlaha (Maes a kol. 2011).

Odběr spermatu na inseminačních stanicích se běžně provádí technikou v rukavicích. Používají se polyvinylové rukavice, jelikož latex je pro spermie toxický. Rychlé ochlazení by mohlo způsobit poškození spermií, z tohoto důvodu se používá předeřhátá (na 38 °C) odběrová nádoba, která má horní část pokrytou tenkou tkaninou, aby se odfiltrovala gelová část spermatu. Konec penisu je pevně uchopen rukou v rukavici a proces odběru je zahájen silným tlakem ruky na spirálovitý konec pyje tak, aby se nemohl otáčet. Takto provedený proces napodobuje tlak vyvíjený vývrtkovitým tvarem pochvy prasnice (Maes a kol. 2011). Odběr spermatu byl identifikován jako nejkritičtější bod pro bakteriální kontaminaci. První část ejakulátu (cca 25 ml) by měla být zlikvidována, protože neobsahuje spermie a může obsahovat vysoký počet bakterií. Následně se odebere frakce bohatá na spermie (40-100 ml), která obsahuje 80-90 % všech spermií v ejakulátu. Zbytek ejakulátu jsou převážně sekrety vezikulárních, prostatických a bulbouretrálních žláz, které není zapotřebí uchovávat. Po ukončení odběru je zapotřebí filtr s gelem zlikvidovat a sběrnou nádobu vložit do teplé vody. (Maes a kol. 2011; Lopez Rodriguez a kol. 2017).

Nedostatek hygieny při odběru může vést k bakteriální a virové kontaminaci ejakulátu a následně dávek semene. Kromě toho je nutné pravidelně zastříhávat chlupy kolem prepuciálního otvoru. Mezi tyto faktory patří prepuciální tekutina, která může stékat z ruky technika, odběr spermatu trvající déle než sedm minut nebo dlouhá předkožka u kanců. Nicméně důležitou část kontaminace spermatu může způsobit laboratorní prostředí, zejména pokud nejsou dodržována přísná hygienická pravidla. (Lopez Rodriguez a kol. 2017; Jedlička 2020a).



Obrázek č. 6: Odběr spermatu při vzeskoku na fantóm (Jedlička 2020b)

3.4.3 Vizualní hodnocení a vyšetření semene

I když mikroskopické vyhodnocení je běžnou praxí pro rozhodování o přijetí nebo odmítnutí ejakulátu, nemělo by se zapomínat na zřejmé vizuální a čichové charakteristiky spermatu. Normální ejakulát kance by měl mít značný objem (>150 ml) a podle koncentrace by měl být mléčné barvy. Jeho barva může být mírně žlutavá, ale obvykle vypadá jako odtučněné mléko. Občas může ejakulát obsahovat malé množství krve, která pochází z močové trubice, což spermatu dává narůžovělý odstín. Obvykle neovlivňuje plodnost ani životaschopnost ejakulátu, ale pokud je sperma tmavě červené a páchne, je to důvod k vyřazení. Sbírané sperma by nemělo mít žádný zápach, a pokud ano, pravděpodobně došlo k nedostatečné hygieně při sběru (Rozeboom 2005).

Při výrobě inseminačních dávek je důležité vyhodnotit ejakuláty pod mikroskopem, aby se určila celková koncentrace a pohyblivost spermií a testovat vzorky na přítomnost zánětu prostaty a patogenů. Kontaminace ejakulátu bakteriemi je téměř nevyhnutelná, ale pravidelné testování na kontaminaci a identifikace zdroje mohou pomoci snížit její výskyt (Frunza a kol. 2008).

K zajištění kvality inseminačních dávek se používají různé metody hodnocení, jako jsou mikroskopická analýza (hodnocení morfologie a motility spermií), fluorescenční barvení (pro hodnocení zdravých spermií), testy na spermatické enzymy (pro posouzení integrity membrán spermií) a testy na DNA poškození spermií (Schulze a kol. 2022). Před rokem 2006 se koncentrace spermií měřila pomocí kolorimetru nebo spektrofotometru. Pohyblivost spermií byla posuzována zkušenými laboratorními technikami. Dnes se však pro hodnocení těchto charakteristik spermií používá počítačově asistovaný systém analýzy spermatu (CASA) (Broekhuijse a kol. 2012).

3.4.4 Ředění a konzervace semene

Aplikace umělé inseminace u prasat je založena na tekutém rozředěném spermatu. Typicky se shromažďuje ejakulát od jednoho nebo více kanců, následně se zpracuje jednotlivě či dohromady. Shromažďování spermatu se využívá především proto, že se minimalizují účinky subfertilního kance (nebo ejakulátu). V každém případě se ejakuláty zpracují tak, aby se zvětšil jejich objem a mohlo se tak inseminovat více samic. Plodnost spermatu je nutné prodlužovat na dny, jelikož neředěné sperma je plodné pouze několik hodin po odběru (Knox 2006). Vývoj nových ředidel je zaměřen na zdokonalování krátkodobé konzervace spermatu s cílem

prodloužit použitelnost inseminačních dávek po dobu několika dnů a na intenzivní výzkum dlouhodobé konzervace hlubokým zmražením spermatu (Smital 2001a).

Existuje několik důvodů, proč se ředí kančí sperma – jednak s cílem získání většího objemu a tím i většího počtu inseminačních dávek, a také kvůli poskytnutí výživných a ochranných látek spermii. K dispozici jsou tři typy ředících roztoků, které lze použít k ředění spermatu:

1. Extendory – tato ředidla zvyšují pouze objem spermatu.
2. Protektory – složitější ředidla, která umožňují uchování spermatu po dobu 24, 48 nebo 72 hodin a poskytují živiny pro spermiální buňky.
3. Implementory – tato ředidla jsou v podstatě protektory s přidanými látkami, které působí na pohlavní orgány prasnic (Smital 2001a).

Mezi tyto kategorie patří ředidla s krátkodobou (do 3 dnů) a dlouhodobou (více než 3 dny) účinností při konzervaci spermatu, s variacemi také v ceně ředidel díky různému složení médií (Smital 2001a).

Funkce ředidel lze podle Knoxe (2006) shrnout do následujících bodů:

- Stabilizace membrán při nízkých teplotách: ředidla chrání spermie před nepříznivými teplotami a udržují integritu buněčných membrán.
- Poskytování zdrojů energie pro metabolismus spermií: ředidla obsahují živiny, které slouží jako zdroj energie pro spermiální metabolismus, což pomáhá udržovat životaschopnost spermií v době skladování.
- Regulace pH kvůli odpadním produktům spermií: ředidla regulují pH prostředí spermií a odstraňují odpadní produkty z buněk, což přispívá k udržení životaschopnosti spermií.
- Udržování iontové rovnováhy membrán a buněk: ředidla obsahují ionty, které pomáhají udržovat rovnováhu elektrolytů a podporují správnou funkci membrán a buněk.
- Dodávání antibiotik k prevenci růstu mikrobů: ředidla obsahují antibiotika, která brání růstu mikrobů, kteří mohou způsobit nemoci a soutěžit se spermii o živiny. Tím se zlepšuje kvalita spermií a zvyšuje se pravděpodobnost úspěšného oplodnění.

Během konzervace spermatu dochází k anabióze spermií, což znamená, že jejich pohyb je zastaven a metabolismus je minimalizován, aby se udržela jejich oplozovací schopnost. Je důležité zajistit, aby povrchové membrány a akrozomální systém spermií nebyly poškozeny během konzervace. Krátkodobá konzervace se obvykle dosahuje snížením teploty okolního prostředí na 16 °C a vhodným složením ředidel. Tento způsob uchování spermatu je nejrozšířenější pro inseminaci prasat a stále se vylepšuje. Spermie mohou být skladovány po dobu až tří dnů. Kvalita spermatu před konzervací, počet spermií v inseminační dávce a typ ředidla jsou klíčové faktory ovlivňující plodnost spermatu během krátkodobé konzervace (Smital 2001a).

3.4.5 Výroba inseminačních dávek

V průběhu výroby je důležité dbát na správné dávkování, aby se zajistila dostatečná koncentrace spermií v dávce. Normální ejakulát obvykle obsahuje dostatek spermatu pro oplodnění 15 až 25 prasnic pomocí klasické umělé inseminace. Každá dávka by měla obsahovat 2-3 miliardy spermatozoidů v objemu 80-100 ml (Maes a kol. 2011). Schulze a kol. (2022) také diskutují o různých metodách kryokonzervace, které mají vliv na kvalitu semene. V rámci výroby se používají i různé druhy roztoků pro ředění semene, aby byla dávka co nejučinnější. Důležitým faktorem při výrobě inseminačních dávek je také časový odhad, kdy jsou dávky plně funkční a kdy již ztrácejí svou účinnost.

Roca a kol. (2015) uvádějí, že při kryokonzervaci spermií je nejdůležitějším faktorem rychlost ochlazování. Příliš rychlé ochlazování může poškodit spermie a příliš pomalé ochlazování může vést k tvorbě ledových krystalů, které mohou poškodit spermie, zejména membránu a cytoplazmu těchto pohlavních buněk. Dalším faktorem ovlivňujícím kryokonzervaci spermií je použití kryoprotektantu, který chrání spermie před poškozením při zmrazení a rozmrazení. Existuje mnoho různých kryoprotektivních látek používaných při kryokonzervaci spermií, ale většina z nich má negativní vliv na kvalitu spermií. Mezi možnosti minimalizace tohoto negativního vlivu patří například vitifikace, což je velmi rychlý proces zmrazení, který minimalizuje tvorbu ledových krystalů a snižuje negativní vliv kryoprotektivních látek.

Inseminační dávky se obvykle připravují tak, že se koncentrované sperma zředí vhodným extenderem, který obsahuje látky podporující přežití spermií během chlazení, mrazicího procesu, rozmrazování a skladování, jako jsou pufry, antioxidanty, kryoprotektanty a antibiotika. Kromě toho mohou extendery spermatu obsahovat látky pro selekci spermií, jako je bílkovina sérového albuminu skotu (BSA), která se používá pro eliminaci nepohyblivých

spermií, leukocytů, prostaglandinů a dalších látek, které mohou ovlivnit oplodnění nebo způsobit zánět v pohlavním ústrojí samice. V současné době jsou extendery spermatu doplňovány o antioxidanty, jako jsou kataláza, superoxid dismutáza, glutathion peroxidáza a vitamin E, které mohou pomoci udržet kvalitu spermatu během chlazení, mrazení, rozmrazování a skladování (Sutovsky 2015).

Celkově lze říct, že výroba inseminačních dávek u prasat je složitý proces, který vyžaduje pečlivé testování, řízení kvality semene, dávkování, kryokonzervaci a skladování, aby byla zajištěna vysoká účinnost inseminace (Schulze a kol. 2022).

3.4.6 Skladování inseminačních dávek

Správné skladování inseminačních dávek je klíčové pro úspěšnou reprodukci prasat. Ideální teplota pro skladování je 15-18 °C, a je nutné zajistit vhodné podmínky, včetně použití kryoprotektivních látek při delším skladování. Krátkodobé skladování při teplotě 5-10 °C může být provedeno pouze po dobu 24 hodin, protože delší skladování může poškodit spermie. Kryokonzervované inseminační dávky by měly být skladovány při teplotě -196 °C v kapalném dusíku a kontrolovány pravidelnou mikroskopickou analýzou a testováním funkčnosti spermií. Nejčastěji používanou kryoprotektivní látkou je glycerol, ale existují i další, jako například dimethylsulfoxid (DMSO) a ethylenglykol (Schulze a kol. 2022).

Důležité je také skladování vodorovně, aby nedocházelo k otřesům, které by mohly negativně ovlivnit kvalitu spermií, a minimalizovat riziko kontaminace a znečištění spermií. Dávky by neměly být skladovány déle než 7 dní, aby se minimalizovala ztráta vitality spermií a snížení účinnosti inseminace. Pokud jsou skladovány déle, může dojít ke ztrátě vitality spermií a snížení účinnosti inseminace. Po skladování by měly být dávky opatrně promíchány, aby se zajistilo rovnoměrné rozložení spermií v roztoku (Lopez-Rodriguez a kol. 2017).

Způsob skladování může mít vliv na různé parametry spermatu, jako je pohyblivost spermií, koncentrace a celková životaschopnost spermií. Pro účinné skladování by měly být použity vhodné nádoby s nízkou permeabilitou kyslíku a vlhkosti, které jsou uzavřeny hermeticky. Při manipulaci s inseminačními dávkami by měly být použity sterilní postupy, aby se minimalizovalo riziko kontaminace. Skladování inseminačních dávek je tedy důležitým procesem, který může ovlivnit úspěšnost reprodukce u prasat. Dodržování správných teplot skladování, používání vhodných nádob a postupů manipulace s inseminačními dávkami jsou nezbytné pro zachování kvality spermií a zajištění efektivní inseminace (Lopez-Rodriguez a kol. 2017; Waberski a kol. 2019).

4 Závěr

Vzhledem k tomu, že plodnost kanců je nedílnou součástí pro úspěšný chov a reprodukci prasat, je důležité pečlivě sledovat všechny vnitřní a vnější faktory, které ji ovlivňují. Na základě analýzy současného stavu bylo zjištěno, že některé chovy mají nedostatky v oblasti výživy, ošetřování nebo managementu chovu kanců, což může vést ke zhoršení reprodukce. Podle doporučení a poznatků z odborné a vědecké literatury byla navržena možná řešení jako je optimalizace výživy a krmení kanců s důrazem na vyváženou stravu a dostatečný přísun živin, vitaminů a minerálů, a také redukce tepelného stresu u kanců, například prostřednictvím vhodných opatření ke snížení teploty a zajištění adekvátního odpočinku ve stínu, což by mohlo vést k zvýšení jejich plodnosti v chovu. Nicméně, stále existuje nedostatek studií, které se plodností kanců zabývají. Důležitou roli hraje také správná péče o zvířata, která by měla být zaměřena na optimalizaci všech faktorů ovlivňujících reprodukční funkce kance, včetně zlepšování technik umělé inseminace a dalších reprodukčních postupů.

Doporučila bych provést další studie, které by se zaměřily na detailní analýzu výživy kanců během letních měsíců, kdy jsou vystaveni tepelnému stresu. Cílem těchto studií by mělo být zjistit, zda optimální výživa s vyváženým přísunem živin, vitaminů a minerálů může kompenzovat negativní vlivy tepelného stresu na plodnost kanců. Dále je také doporučeno provést optimalizaci reprodukčních postupů, jako je umělá inseminace, s cílem zlepšit reprodukční výkonnost kanců. Tyto další studie by mohly přinést cenné poznatky pro zlepšení plodnosti kanců v chovu prasat.

5 Literatura

- Andrade, A.F.C., Knox, R.V., Torres, M.A., Pavaneli, A.P.P. 2022. What is the relevance of seminal plasma from a functional and preservation perspective? *Animal Reproduction Science*. 246:106946. doi:10.1016/j.anireprosci.2022.106946.
- Audet, I., Berube, N., Bailey, J.L., Laforest, J.P., Matte, J.J. 2009. Effects of dietary vitamin supplementation and semen collection frequency on reproductive performance and semen quality in boars. *Journal of Animal Science*, 87(6), 1960-1970.
- Audet, I., Laforest, J.P., Martineau, G.P., Matte, J.J. 2004. Effect of vitamin supplements on some aspects of performance, vitamin status, and semen quality in boars. *Journal of Animal Science*, 82(3), 626-633.
- Bonet, S., Casas, I., Holt, W. V., & Yeste, M. 2012. *Boar reproduction: Fundamentals and new biotechnological trends*. New York: Springer, ISBN 978-3-642-35048-1.
- Borg, K. E., Lunstra, D. D., & Christenson, R. K. 1993. Semen characteristics, testicular size and reproductive hormone concentrations in mature duroc, meishan, fengjing and minzhu boars. *Biology of Reproduction*, 49(3), 515-521. <https://doi.org/10.1095/biolreprod49.3.515>
- Broekhuijse, M.L.W.J., Šoštarić, E., Feitsma, H., a Gadella, B.M. 2012. The value of microscopic semen motility assessment at collection for a commercial artificial insemination center, a retrospective study on factors explaining variation in pig fertility. *Theriogenology*, 77(7), 1466-1479.e3. ISSN 0093-691X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.11.016>.
- Cabezón, F. A., Stewart, K. R., Schinckel, A. P., Barnes, W., Boyd, R. D., Wilcock, P., & Woodliff, J. 2016. Effect of natural betaine on estimates of semen quality in mature AI boars during summer heat stress. *Animal reproduction science*, 170:25–37. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.03.009>
- Calderón-Calderón, J., Sevilla, F., Roldan, E. R. S., Barquero, V., & Valverde, A. 2022. Influence of Fat-Soluble Vitamin Intramuscular Supplementation on Kinematic and Morphometric Sperm Parameters of Boar Ejaculates. *Frontiers in veterinary science*, 9:908763. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.908763>
- Claus, R., Schopper, D., Wagner, H.G. 1983. Seasonal effect on steroids in blood plasma and seminal plasma of boars. *Journal of Steroid Biochemistry*, 19(3), 725-729.
- Cohen, D. P. Molecular evaluation of the gonadotropin-releasing hormone receptor. *Semin Reprod Med*. 2000;18(1):11-6. doi: 10.1055/s-2000-13471. PMID: 11299515.
- Flowers, W. L. 2022 Factors affecting the production of quality ejaculates from boars. *Animal reproduction science*, 246:106840. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106840>
- Flowers, W.L. 2008. Genetic and phenotypic variation in reproductive traits of AI boars. *Theriogenology*. 70:1297-1303.
- França, L. R., Avelar, G. F., & Almeida, F. F. 2005. Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs. *Theriogenology*, 63(2), 300–318. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.014>
- Frunză, I., H. Cernescu a G. Korodi. 2008. Physical and chemical parameters of boar sperm. *Lucrări Stiințifice Medicină Veterinară*. Timisoara, , 41, 634 - 640.

- Gunawan, A., Kaewmala, K., Uddin, M. J., Cinar, M. U., Tesfaye, D., Phatsara, C., Tholen, E., Looft, C., & Schellander, K. 2011. Association study and expression analysis of porcine ESR1 as a candidate gene for boar fertility and sperm quality. *Animal reproduction*
- Frunzã, I., H. Cernescu a G. Korodi. 2008. Physical and chemical parameters of boar sperm. *Lucrãri Stiințifice Medicinã Veterinarã. Timisoara*, 41, 634 - 640.
- Hájek, J. a kol. 1992. *Prasata v drobném chovu a na farmách. Jílové u Prahy: Apros. ISBN 80-901100-2-9.*
- Huang, Y. T., Johnson, R.K. 1996. Effect of selection for size of testes in boars on semen and testis traits. *J Anim Sci.* 74:750–760. doi: 10.2527/1996.744750x.
- Huang, Y. H., Lo, L. L., Liu, S. H., & Yang, T. S. 2010. Age-related changes in semen quality characteristics and expectations of reproductive longevity in Duroc boars. *Animal Science Journal = Nihon Chikusan Gakkaiho*, 81(4), 432–437. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2010.00753.x
- Cheah, Y., & Yang, W. 2011. Functions of essential nutrition for high quality spermatogenesis. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 2(04), 182-197.
- Chen, J. Q., Li, Y. S., Li, Z. J., Lu, H. X., Zhu, P. Q., & Li, C. M. 2018. Dietary l-arginine supplementation improves semen quality and libido of boars under high ambient temperature. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 12(8), 1611–1620. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003147>
- Jedlička, M. 2020a. Plemenní kanci zasluhují pozornost [online]. [cit. 14.04.2023]. Dostupné z: <https://naschov.cz/plemenni-kanci-zasluhuji-pozornost/>
- Jedlička, M. 2020b. Odběr spermatu kanců pro produkci inseminačních dávek [online]. [cit. 20.04.2023]. Dostupné z: <https://naschov.cz/odber-spermatu-kancu-pro-produkci-inseminacnich-davek/>
- Jedlička, M. 2021 Kvalitní kančí sperma zvyšuje zisk [online]. [cit. 16.04.2023]. Dostupné z: <https://naschov.cz/kvalitni-kanci-sperma-zvysuje-zisk/>
- Jelínek, P., Koudela, K. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat. Brno: Mendelova lesnická a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-644-1.*
- Kennedy, B. W., Wilkins, J. N. 2011. Boar, breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. *Canadian Journal of Animal Science*, 64(4), 833-843. <https://doi.org/10.4141/cjas84-097>
- Knox, R. V. 2006. Semen processing, extending & storage for artificial insemination in swine. *Dept Anim. Sci. Univ. Ill.*
- Knox, R. V. 2016. Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology*, 85(1), 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.07.009>
- Kommisrud, E., a kol. 2002. Vliv kance a parametrů semene na motilitu a integritu akrosomu v tekutém kančím semenu uskladněným na pět dní. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 3.
- Kozumplík, J., Kudláč, E. 1980. *Reprodukce prasat ve velkochovech. 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 07-103-80.*
- Kunavongkrit, A., Suriyasomboon, A., Lundeheim, N., Heard, T. W., Einarsson, S. 2005. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. *Theriogenology*, 63(2), 657–667. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09.039>

- Krupa, E., Wolfová, M., Krupová, Z., Žáková, E. 2020. Estimation of economic weights for number of teats and sperm quality traits in pigs. *J Anim Breed Genet.*;137:189-199. doi:10.1111/jbg.12437
- Lin, C. L., Ponsuksili, S., Tholen, E., Jennen, D. G., Schellander, K., Wimmers, K.. 2006. Candidate gene markers for sperm quality and fertility of boar. *Anim Reprod Sci.*;92(3-4):349-63. doi: 10.1016/j.anireprosci.2005.05.023.
- Lopez Rodriguez, A., Van Soom, A., Arsenakis, I. et al. 2017. Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen. *Porc Health Manag* 3, 15 <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0062-5>
- Lugar, D. W., Proctor, J. A., Safranski, T. J., Lucy, M. C., & Stewart, K. R. 2018. In utero heat stress causes reduced testicular area at puberty, reduced total sperm production, and increased sperm abnormalities in boars. *Animal reproduction science*, 192, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.02.022>
- Maes, D., Lopez Rodriguez, A., Rijsselaere, T., Vyt, P., & Van Soom, A. 2011. Artificial Insemination in Pigs. *InTech*. doi: 10.5772/16592
- Marvan, F. a kol. 1998. *Morfologie hospodářských zvířat*. Praha: Nakladatelství Brázda. ISBN 80-209-0273-2.
- Maya-Soriano, M. J., Taberner, E., & López-Béjar, M. 2013. Retinol improves in vitro oocyte nuclear maturation under heat stress in heifers. *Zygote (Cambridge, England)*, 21(4), 377–384. <https://doi.org/10.1017/S0967199412000135>
- Oliviero, C., Ollila, A., Andersson, M., Heinonen, M., Voutilainen, L., Serenius, T., & Peltoniemi, O. 2016. Strategic use of anti-GnRH vaccine allowing selection of breeding boars without adverse effects on reproductive or production performances. *Theriogenology*, 85(3), 476–482. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.027>
- Parrish, J. J., Willenburg, K. L., Gibbs, K. M., Yagoda, K. B., Krautkramer, M. M., Loether, T. M., & Melo, F. C. S. A. 2017. Scrotal insulation and sperm production in the boar. *Molecular reproduction and development*, 84(9), 969–978. <https://doi.org/10.1002/mrd.22841>
- Pinart, E., Sancho, S., Briz, M.D., Bonet, S., García, N. 1999. Characterization of the semen quality of postpuberal boars with spontaneous unilateral abdominal cryptorchidism on the right side. *Animal Reproduction Science*. Apr;55(3-4):269-278. DOI: 10.1016/s0378-4320(99)00022-6. PMID: 10379677
- Pinart, E., & Puigmulé, M. 2013. *Factors Affecting Boar Reproduction, Testis Function, and Sperm Quality*.
- Reece, W.O. 2010. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 2. vydání, Grada Publishing.
- Robinson, J. A., & Buhr, M. M. 2005. Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology*, 63(2), 668–678. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.09>
- Roca, J., Parrilla, I., Rodriguez-Martinez, H., Gil, M.A., Cuello, C., Vazquez, J.M., et al. 2011; Approaches towards efficient use of boar semen in the pig industry. *Reprod Domest Anim*. 46(Suppl 2):79–83.

- Rozeboom, K. J., Troedsson, M. H., Hodson, H. H., Shurson, G. C., & Crabo, B. G. 2000. The importance of seminal plasma on the fertility of subsequent artificial inseminations in swine. *Journal of Animal Science*, 78(2), 443–448. DOI: 10.2527/2000.782443x
- Říha, J. a kol. 2001. Reprodukce v procesu šlechtění prasat. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, ISBN 80-903143-3-3.
- Sancho, S., Pinart, E., Briz, M., Garcia-Gil, N., Badia, E., Bassols, J., Kádár, E., Pruneda, A., Bussalleu, E., Yeste, M., Coll, M. G., & Bonet, S. 2004. Semen quality of postpubertal boars during increasing and decreasing natural photoperiods. *Theriogenology*, 62(7), 1271–1282. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.01.007
- Savić, R., Ausejo, M., Petrović, M., Radojković, D.D., Radović, Č., Gogić, M. 2017. Fertility of boars: What is important to know. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 33(2):135-149.
- Savić, R., Petrović, M. 2015. Effect of photoperiod on sexual activity of boar. *Revista Brasileira de Zootecnia*;44(8):276-282. doi:10.1590/S1806-92902015000800008.
- Savić, R., Petrović, M., Radojković, D., Radović, Č., Parunović, N., Popov, A. C. M., Gogić, M. 2015: Ejaculate properties and reproductive efficiency of Large White boars during exploitation. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31, 3, 397-405.
- Savić, M. Petrović, D. Radojković, Č. Radović, N. Parunović 2013. The effect of breed, boar and season on some properties of sperm. *Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun*, 299-310
- Schulze M, Buder S, Rüdiger K, Beyerbach M, Waberski D. 2014. Influences on semen traits used for selection of young AI boars. *Anim Reprod Sci*. 148:164–170. doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.06.008.
- Schulze, M., Jung, M., a Hensel, B. 2022. Science-based quality control in boar semen production. *Molecular Reproduction and Development*, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/mrd.23566>
- Smital J. 2001b. Chov a ošetřování pohlavně aktivních kanců. *Náš chov*. ;61(6):36-40. ISSN 0027-8068.
- Smital, J. 2001a. Ředění a konzervace kančího spermatu pro účely inseminace. *Náš chov*. 61(3):31-34. ISSN 0027-8068.
- Smital, J. 2009. Effects influencing boar semen. *Animal Reproduction Science*, 110(3-4), 335-346. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.024>
- Smital, J., De Sousa, L. L., & Mohsen, A. 2004. Differences among breeds and manifestation of heterosis in AI boar sperm output. *Animal Reproduction Science*, 80, 121-130. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00115-6)
- Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2009. *Základy chovu prasat*. 1st ed. Praha: Powerprint; ISBN 978-80-904011-2-9
- Sutovsky, P. 2015. New Approaches to Boar Semen Evaluation, Processing and Improvement. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(Suppl 2), 11–19. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.12627>
- Václavková, E. & Bělková, J. 2020, Chov plemenných kanců [online]. [cit. 14.04.2023]. Dostupné z: <https://www.agroporadenstvo.sk/zivocisna-vyroba-osipane?article=2003>
- Waberski, D., Luther, A.M., Grünther, B., Jäkel, H., Henning, H., Vogel, C., Peralta, W., Weitze, K.F. 2019. Sperm function in vitro and fertility after antibiotic-free, hypothermic

- storage of liquid preserved boar semen. *Sci Rep.*;9(1):14748. doi: 10.1038/s41598-019-51319-1.
- Walker, S., Robinson, O.W., Whisnant, C.S., Cassady, J.P. 2004. Effect of divergent selection for testosterone production on testicular morphology and daily sperm production in boars. *J Anim Sci.*
- Wolf, J., & Smital, J. 2009. Quantification of factors affecting semen traits in artificial insemination boars from animal model analyses. *Journal of Animal Science*, 87(5), 1620-1627. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1373>
- Zeman, L. a kol. 2006: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: Profi press. 360 s. ISBN 80-86726-17-7