

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika  
Studijní obor: Zootechnika  
Katedra: Katedra zootechnických věd  
Vedoucí katedry: prof. Ing. Miroslav Šoch, CSc., dr. h. c.

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

### **Vlivy působící na kvalitativní a kvantitativní znaky spermatu kanců**

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Naděžda Kernerová Ph.D.  
Autor diplomové práce: **Ing. Josef Kučera**

České Budějovice, 2020

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2017/2018

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Ing. Josef KUČERA  
Osobní číslo: Z17024  
Studijní program: N4103 Zootechnika  
Studijní obor: Zootechnika  
Téma práce: Vlivy působící na kvalitativní a kvantitativní znaky spermatu kanců  
Zadávající katedra: Katedra zootechnických věd

#### Zásady pro vypracování

Základem úspěšného chovu prasat je dosažení výborných výsledků v reprodukci. Důležitými faktory, které mohou výsledky plodnosti významně ovlivnit, jsou kvantitativní a kvalitativní vlastnosti spermatu. Počet spermií je zásadní pro oplodnění vajíčka. Kvalita spermatu, resp. nízký výskyt abnormálních spermií, jsou důležité pro zdárný vývoj embrya, případně plodu.

Cílem diplomové práce bude vyhodnotit objem spermatu, koncentraci spermatu, motilitu spermií, podíl abnormálních spermií, popř. libida u kanců chovaných v České republice a analyzovat faktory, které na tyto parametry působí, tj. vliv plemene (hybridní kombinace), věku a ročního období, popř. vliv inseminační stanice.

Na základě výsledků vyvodíte praktické závěry pro chovatelskou veřejnost.

Rozsah pracovní zprávy: 40 – 50 stran  
Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

Říha, J. et al. *Reprodukce v procesu šlechtění prasat*. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 2001.  
Gordon Ian R. *Reproductive Technologies in Farm Animals*. Wallingford: CABI Publishing Series, 2004. ISBN 0-85199-862-3.  
Vědecké a odborné články týkající se sledované problematiky (Animal Reproduction Science, Reproduction in Domestic Animals, Theriogenology aj.)  
Databáze přístupné na internetu (Web of Knowledge, Scopus, aj.)

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Naděžda Kernerová, Ph.D.  
Katedra zootechnických věd

Datum zadání diplomové práce: 27. března 2018  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2019

V Českých Budějovicích dne 18. února 2018



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA <sup>®</sup>  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
oblastní sídlo  
Studená 1000, 370 05 Česká Budějovice



prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.  
vedoucí katedry

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby touto elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 19. 6. 2020

Ing. Josef Kučera

### **Věnování**

Touto prací bych chtěl poděkovat svému zesnulému dědovi Janu Hynkovi (1930-2019), který mi bude celý život vzorem, oporou a zdrojem životní inspirace. Díky jeho postoji k životu a charakterně zvládnutým životním útrapám v dobách nedávno minulých, jsem se nyní mohl stát svobodným sedlákem.

### **Poděkování**

Děkuji Svazu chovatelů prasat v Čechách a na Moravě za poskytnutá data.

## **Abstrakt**

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv genotypu, ročního období, věku kanců a inseminační stanice na objem spermatu, koncentraci spermií, motilitu spermií, podíl abnormálních spermií a na celkový počet spermií. Data byla získána v letech 2017 a 2018 z 17 794 odběrů spermatu od 504 kanců ve věku 6 až 101 měsíců, 6 plemen a 5 hybridních kombinací. Sledovaní kanci byli ustájeni na 8 inseminačních stanicích v České republice. Kanci vyprodukovali průměrný objem spermatu pro dané genotypy. Objem spermatu se zvyšoval od jara do podzimu a do 4 let věku. Koncentrace spermií byla na nízké úrovni. Mezi jarem a zimou byl rozdíl v koncentraci spermií 27 tis./mm<sup>3</sup> (P<0,01). Koncentrace spermií kanců ve věku 1 až 2 roky byla o 14 tis./mm<sup>3</sup>, resp. 15,2 tis./mm<sup>3</sup> vyšší (P<0,01) než u kanců do 1 roku resp. 2 až 3 let. Motilita spermií byla na dobré úrovni u všech genotypů, inseminačních stanic, v průběhu celého roku i různých věkových kategorií kanců. Podíl abnormálních spermií dosahoval vždy uspokojivé hodnoty. Celkový počet spermií byl nízký pro většinu genotypů, věkem prokazatelně rostl do 4 let věku kanců, mezi jarem a podzimem došlo k nárůstu produkce o 9 mld. (P<0,01) spermií.

**Klíčová slova:** kanec; parametry spermatu; vlivy; inseminační stanice

## **Abstract**

The aim of the thesis was to evaluate the effects of boar's genotype (breed or breed combination), season, age and artificial insemination centre on sperm volume, sperm concentration, motility percentage, percentage of abnormal spermatozoa and total number of spermatozoa per ejaculate. The data were collected in 2017 and 2018 from 17 794 collections from 504 boars, 6 to 101 month of age, 6 breeds and 5 breed combinations. The boars were bred in 8 artificial insemination centres in the Czech Republic. Each boar's genotype produced average sperm volume, sperm volume grew up from spring to autumn and to 4 years of age. Sperm concentration was lower. There were a difference  $27 \times 10^3/\text{mm}^3$  ( $P < 0.01$ ) between spring and winter. Boars between 2 to 3 years of age had higher sperm concentration ( $14 \times 10^3/\text{mm}^3$  resp.  $15.2 \times 10^3/\text{mm}^3$ ) than boars less 1 year, resp. 2 to 3 years of age ( $P < 0.01$ ). Sperm motility was at good quality in all genotypes and artificial insemination centres, in all seasons and every age group. Total number of spermatozoa per ejaculate was lower for most genotypes, grew to 4 years of age, there were statistically significant differences between spring and autumn 9 bill.

**Keywords:** boar; sperm traits; influences; artificial insemination centre;

## Seznam zkratk plemen

ČBU	české bílé ušlechtilé
ČL	česká landrase
D	duroc
DL	dánská landrase
H	hampshire
L	landrase
LW	bílé ušlechtilé, large white
PC	přeštické černostrakaté
PL	polská landrase
PLW	polské bílé ušlechtilé
Pn	pietrain
Sire LW/SLW/BO	bílé otcovské, otcovský large white
ŠL	švédská landrase
Y	yorkshire



# Obsah

1. Úvod .....	11
2. Literární přehled .....	12
2.1 Spermatogeneze .....	12
2.2 Ejakulát.....	14
2.3 Semenná plazma .....	14
2.4 Spermie .....	15
2.4.1 Standardní spermie.....	15
2.4.2 Abnormální spermie .....	16
2.5 Vlivy působící na sperma kanců .....	18
2.5.1 Vliv ročního období .....	18
2.5.2 Vliv genotypu .....	22
2.5.3 Vliv věku kance.....	25
3. Cíl práce.....	31
4. Materiál a metodika.....	32
4.1 Materiál.....	32
4.2 Metodika.....	32
4.3 Statistické vyhodnocení .....	33
5. Výsledky a diskuze.....	34
5.1 Základní charakteristika souboru.....	34
5.2 Vliv genotypu na parametry spermatu .....	34
5.2.1 Vliv genotypu na objem spermatu.....	34
5.2.2 Vliv genotypu na koncentraci spermií.....	35
5.2.3 Vliv genotypu na motilitu spermií.....	36
5.2.4 Vliv genotypu na podíl abnormálních spermií .....	37
5.2.5 Vliv genotypu na celkový počet spermií .....	38
5.2.6 Parametry spermatu podle genotypu.....	39
5.3 Vliv ročního období na parametry spermatu.....	41
5.3.1 Vliv ročního období na objem spermatu .....	41
5.3.2 Vliv ročního období na koncentraci spermií .....	42
5.3.3 Vliv ročního období motilitu spermií .....	42
5.3.4 Vliv ročního období na podíl abnormálních spermií.....	43

5.3.5 Vliv ročního období na celkový počet spermií .....	43
5.3.6 Parametry spermatu podle sezóny .....	44
5.4 Vliv věku na parametry spermatu .....	45
5.4.1 Vliv věku na objem spermatu .....	45
5.4.2 Vliv věku na koncentraci spermií .....	46
5.4.3 Vliv věku na motilitu spermií .....	46
5.4.4 Vliv věku na podíl abnormálních spermií .....	47
5.4.5 Vliv věku na celkový počet spermií .....	48
5.5 Vliv inseminační stanice na parametry spermatu .....	50
5.5.1 Vliv inseminační stanice na objem spermatu .....	50
5.5.2 Vliv inseminační stanice na koncentraci spermií .....	50
5.5.3 Vliv inseminační stanice na motilitu spermií .....	51
5.5.4 Vliv inseminační stanice na podíl abnormálních spermií .....	51
5.5.5 Vliv inseminační stanice na celkový počet spermií .....	52
5.5.6 Parametry spermatu podle inseminační stanice .....	52
6. Závěr a doporučení pro praxi .....	54
7. Seznam literatury .....	58

# 1. Úvod

Chov prasat zažívá v posledních letech v celosvětovém měřítku velké změny, které ovlivňují ekonomické výsledky chovatelů, ale i dostupnost vepřového masa. Spotřeba masa ve světě vykazovala v uplynulých letech dlouhodobě rostoucí tendenci, zejména v zemích s rostoucí ekonomikou (Čína, Rusko, Indie), kde se zvyšuje zájem o bílkoviny živočišného původu. Vlivem afrického moru prasat se propadla celková světová produkce vepřového masa, zejména v Číně, a to je šance pro nárůst a následné uplatnění produkce zbytku světa, zejména Evropské unie, která přesahuje svou soběstačnost o více než 10 %.

Chov prasat v EU, jako jeden z představitelů velkovýrobních specializovaných producentů vepřového masa, je pod nátlakem značného počtu organizací, které stávající praktiky využívané při chovu prasat považují za nehumánní a v rozporu s welfare a přes vládní nařízení prosazují přísnější podmínky pro chov prasat. Tato nařízení vystavují chovatele výzvám, které v nemalé míře zatěžují ekonomiku chovu prasat a snižují produkci na jednotku ustájovací plochy. A proto bude do budoucna důležité zintenzivnit užitek prasat (růstovou i reprodukční), aby zůstala zachována celková produkce vepřového masa.

Chov prasat patří k tradičnímu odvětví českého zemědělství, zaujímá značný podíl v živočišné výrobě, která má mimo své produkční schopnosti i mimoprodukční funkce a napomáhá udržení úrodnosti zemědělské půdy. Chov prasat je v současné době zaměřen na produkci kvalitního vepřového masa, ve kterém je Česká republika soběstačná méně než z poloviny. Tento znepokojující fakt je výsledkem ekonomických, zdravotních a genetických faktorů. V procesu šlechtění je zapotřebí se zaměřit na výsledky užitekosti i reprodukce jak prasnic, tak kanců, kteří díky dominantnímu využití inseminace mají zásadní dopad na populaci prasat.

Kanci, chovaní v inseminačních stanicích, by měli konstantně a ochotně produkovat velké množství spermatu s vysokým zastoupením kvalitních spermií, které jsou schopny oplození po procesu transportu k chovatelům prasnic. Je zapotřebí stanovit vlivy působící na jednotlivé parametry spermatu, aby byla zajištěna kontinuální dodávka inseminačních dávek v průběhu celého roku, ve všech vrstvách šlechtitelské pyramidy.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Spermatogeneze

Spermatogenezi se rozumí celý složitý proces tvorby spermií, probíhající v semenotvorných kanálcích varlat. Tento proces se uskutečňuje v pravidelných cyklech, probíhá celoročně – kontinuálně a není jej možné urychlit ani zpomalit (SOVA *et al.*, 1990).

Proces spermatogeneze probíhá v průběhu celého reprodukčního období života. V počáteční etapě nemá spermatogeneze ještě pravidelný cyklický charakter a výsledkem je vyšší obsah nezralých forem spermií v ejakulátu. Délka jednoho spermatogenního cyklu je u kance 35 dní (JELÍNEK *et al.*, 2003). SOVA *et al.* (1990) uvádějí délku spermatogenetického cyklu u kance 50 až 60 dní. ŘÍHA *et al.* (2003) popisují, že vývojový cyklus tvorby trvá asi 40 dnů, poté spermie dozrávají v nadvarleti, kde získají oplozovací schopnost po době 10 až 14 dnů, takže celý vývojový cyklus trvá asi 50 dnů.

Ve stočených semenoplodných kanálcích varlete vznikají spermie. Vytvářejí se složitou přeměnou zárodečného epitelu, který semeno plodné kanálky vystýlá. Spermioogeneze probíhá zhruba ve čtyřech na sebe navazujících obdobích: období rozmnožování, růstu, zrání a přeměny (KOMÁREK *et al.*, 1971).

Období rozmnožování je charakterizováno opakovaným mitotickým dělením původních kmenových buněk – A spermatogonií (primárních gonocytů). Každá mateřská buňka A spermatogonie se rozdělí na dvě nestejně velké dceřiné buňky (JELÍNEK *et al.*, 2003). Typ A – zásobní buňky, setrvávající po určitou dobu v „latentním“ stadiu. Typ  $I_m$  – intermediální buňky, vznikají dělením typu A, přičemž vždy jedna z dceřiných buněk se podobá výchozí formě A, druhá, více diferencovaná, je typem  $I_m$  spermatogonie. Typ B je pokračováním intermediálního typu po několikanásobném rozdělení a slouží jako výchozí typ pro další vývoj; jejich dělením v závěru období rozmnožování vznikají spermatocyty I. řádu (primární spermatocyty) SOVA *et al.* (1990).

Po fázi dělení vstupují spermiogonie do období růstu, které trvá asi 7 dnů. V této době se spermiogonie ukládáním rezervních látek ve své cytoplazmě výrazně zvětšují a mění se tak ve spermioocyty I. řádu. Spermioocyty I. řádu se vysunují do

lumina kanálku a tvoří další souvislou vrstvu buněk, uloženou směrem dovnitř do periferně ležící vrstvy spermiogonií (KOMÁREK *et al.*, 1971). Primární spermatocyty mají okrouhlý tvar, velké jádro a v semenotvorném epitelu se objevují u kance ve věku třech měsíců po narození (SOVA *et al.*, 1990).

Období zrání (meiozy) je charakterizováno dvěma po sobě následujícími děleními a výsledkem je redukce počtu chromozomů na polovinu. Vstupují do ní spermatocyty I. řádu a v prvním meiotickém dělení vznikají dva spermatocyty II. řádu. Druhým meiotickým dělením vznikají čtyři spermatidy (JELÍNEK *et al.*, 2003).

Poslední období vývoje spermie, období přeměny neboli metamorfózy, probíhá v nejpovrchovější vrstvě zárodečného epitelu, tj. ve vrstvě obrácené do lumina semenoplodného kanálku. V tomto období se malé kulovité spermatidy přeměňují ve spermie. Je to složitý pochod, při němž jednotlivé součásti spermatidy dávají základ budoucím součástem spermie. Spermatidy nejprve nabývají hruškovitého tvaru, jejich jádra se svrašťují a vtlačují do zúženého pólu buňky. Tímto zúženým koncem se spermatidy vklíní do výběžků Sertoliho buněk a tam prodělávají vlastní proměnu. Z jádra spermatidy se vyvine hlavička spermie, z Golgiho aparátu akrozómová čepička, centriol se přemění v bazální tělíska a bičík, cytoplazma se přemístí na krček a vytvoří pochvy bičíku (KOMÁREK *et al.*, 1971).

SOVA *et al.* (1990) uvádějí, že akrozóm je nositel specifických enzymů významných pro penetraci spermie do vajíčka při oplozovacím ději. Spermie se uvolňují z výběžků podpurných (dříve Sertoliho) buněk a jako volné buňky se dostávají ze semenotvorných kanálků do vývodných cest. KOMÁREK *et al.* (1971) popisují, jak jsou nově vnikající spermie vytlačovány do vývodných cest. SOVA *et al.* (1990) uvádějí, že postup spermií odvodnými kanálky do nadvarlete trvá 10–15 dnů. Až do ejakulace jsou spermie uskladněné v ocasu nadvarlete a nevykazují aktivní pohyb. JELÍNEK *et al.* (2003) uvádějí, že postup do ocasu nadvarlete trvá v průměru 12 dní. Spermie se ukládají v ocasu nadvarlete a jsou nepohyblivé.

Normální spermatogeneze začíná u kance od 5. měsíce věku a končí až pozdním věkem. Její začátek a průběh je podmíněn řadou endogenních a exogenních faktorů. Tvorba spermií je totiž velmi citlivá funkce, probíhající pod přímou kontrolou gonadotropního hormonu hypofýzy (SOVA *et al.*, 1990). Tvorbu spermií

ovlivňuje řada faktorů, jako teplota těla, úroveň výživy, změna prostředí aj. (KOMÁREK *et al.*, 1971). Spermatogenní výkonnost varlat je druhově odlišná, avšak denní produkce spermií je u všech druhů relativně vysoká např. u kance  $15 \times 10^9$  (JELÍNEK *et al.*, 2003). ŘÍHA *et al.* (2003) uvádějí denní produkci spermií u dospělých kanců v rozmezí od 8 do 35 miliard.

## 2.2 Ejakulát

Ejakulát je tvořen ze spermií a semenné plazmy, která se skládá převážně z výměšků přídatných pohlavních žláz. Tak vzniká tekutina se specifickou barvou, konzistencí a pachem (SOVA *et al.*, 1990)

Ejakulátem u kanců označujeme celý produkt ejakulace. Po odnětí lepkavého želatinózního (rosolovitého) sekretu Cowperových žláz z ejakulátu filtrací získáme tekutou část ejakulátu, kterou označujeme jako sperma a tuto část zpracováváme pro inseminaci. Kančí ejakulát se skládá ze spermií (3 až 7 % z objemu) a sekretů přídatných pohlavních žláz, tj. ze semenné plazmy (93 až 97 %). Objem spermatu kanců (filtrátu) se pohybuje v průměru na úrovni kolem 250 až 300 ml a závisí na věku kance. Koncentrace spermií v  $1 \text{ mm}^3$  je asi 300 až 400 tisíc a celkový počet spermií v ejakulátu kanců v inseminaci se pohybuje v rozpětí 50 až 90 miliard při pravidelné frekvenci, tj. jeden odběr ejakulátu za 3 až 6 dnů (ŘÍHA *et al.*, 2003). Množství odebraného ejakulátu může kolísat ve velmi širokých hranicích od 80 ml do 900 ml (BAŽANT, 1988). CIERESZKO *et al.* (2000) uvádějí, že objem spermatu a koncentrace závisí na plemeni, či hybridní kombinaci.

## 2.3 Semenná plazma

Semenná plazma je přirozené prostředí pro spermie. Umožňuje jim transport v pohlavních orgánech a výživu. Je velmi dobře pufrovaná (bikarbonátem, citrátem, bílkovinami) a její osmotický tlak je přibližně stále stejný. Koncentrace jednotlivých složek kolísá nepravidelně ve velmi širokém rozmezí i u jednotlivců téhož druhu. Je to způsobeno tím, že relativní podíl spermií a jednotlivých sekretů se neustále mění (prakticky při každé ejakulaci). Druhou příčinou jsou značné fyziologické výkyvy sekreční činnosti přídatných pohlavních žláz vlivem faktorů vnitřních (hormony) a vnějších (světlo, teplo, roční doba, výživa atd.) (SOVA *et al.*, 1990). JELÍNEK *et al.* (2003) uvádějí, že semenná plazma obsahuje minerální látky, bílkoviny, cukry,

kyselinu citronovou a askorbovou, četné enzymy a kromě dalších látek i biologicky aktivní složky, jako jsou prostaglandiny, estrogeny a androgeny. Hodnota pH je u kanců v rozmezí 6,8 až 7,9.

Výměšky přídatných pohlavních žláz plní tyto funkce:

- výměšek měchýřkovitých žláz (bělavě slabě zásaditý sekret) - obsahuje fruktózu a některé další výživové látky a soli, sloužící k výživě spermií,
- výměšek prostaty (řidký mlékovitý sekret) - dodává spermatu specifický pach a upravuje spermiím prostředí v pochvě,
- výměšek bulbouretrálních (Cowperových) žláz - je hlenovité konzistence a upravuje kyselé prostředí močové roury (SOVA *et al.*, 1990).

## 2.4 Spermie

### 2.4.1 Standardní spermie

Spermie kance se podobá spermiím ostatních savců. Skládá se z hlavičky, střední (spojovací) části bičíku a vlastního bičíku s terminálním úsekem (ŘÍHA *et al.*, 2003).

Hlavička je ze stran zploštělá a má oválný, lopatkovitý tvar s ostrou hranou na předním konci. Přední oválná část hlavičky je kryta čepičkou (*galea capitis*), která je u živých spermií dobře barvitelná. Pod čepičkou je akrozóm, obsahující polysacharidy a pokrývající jádro téměř ze 40 %. Defekty akrozómu jsou provázeny sníženou plodností a mohou být i hereditární povahy (SOVA *et al.*, 1990). ŘÍHA *et al.* (2003) uvádějí, že hlavička spermie je pokryta zevně ze 2/3 akrozomem. To je útvar, který obsahuje látky enzymatické povahy, které se zúčastňují oplozovacího procesu při pronikání spermie obaly vajíčka. SOVA *et al.* (1990) popisují, že akrozomální systém je nositelem enzymů, především hyaluronidázy a akrozínu, lokalizovaného na vnitřní akrozomální membráně spermií: tyto enzymy jsou uvolňovány při kontaktu spermie s vajíčkem a mají významnou úlohu při penetraci. JELÍNEK *et al.* (2003) uvádějí, že hlavičku spermie tvoří především jádro s kondenzovaným chromatinem a obsahujícím deoxyribonukleovou kyselinu nesoucí genetické informace pro vlastnosti nového jedince.

Střední (spojovací) část bičíku je útvarem, který zajišťuje pro pohyb spermie energii. Střední část bičíku je u kančích spermií poměrně dlouhá, je to vlastně

centrum pro látkovou výměnu a pro produkci energie, která se odtud přenáší na kontraktilní vlákna bičíku (fibrily) (ŘÍHA *et al.*, 2003). Krček spermie je krátký (2–3  $\mu\text{m}$ ) a spojuje hlavičku s bičíkem spermie. Obsahuje dva za sebou uložené centrioly. Distální centriol je obklopen devíti příčně segmentovanými provazci neboli chordami. Z distálního centriolu pak vystupuje osová vlákna tvořená 9+2 duplety mikrotubulů. Spojovací (mitochondriální) oddíl bičíku navazuje na centriolový oddíl (JELÍNEK *et al.*, 2003). SOVA *et al.* (1990) uvádějí, že z distálního centriolu vystupuje dvacet mikrofibril, tvořících dohromady osová vlákna bičíku. Mikrofibrily jsou uspořádány do dvojic, přičemž jedna dvojice je centrální, obklopená 9 dvojicemi periferních.

Bičík reprezentuje pohybové ústrojí spermie, je dlouhý 50–70  $\mu\text{m}$  a rozděluje se na část spojovací, hlavní a terminální (koncovou). Ve spojovací části bičíku, dlouhé 10–15  $\mu\text{m}$ , je osová vlákna bičíku obalena mitochondriemi, seřazenými za sebou v podobě spirály. Hlavní úsek bičíku je nejdelší (40–50  $\mu\text{m}$ ) a jeho osová vlákna obaluje zevně tzv. fibrózní pochva z homogenní a silně kontrastní hmoty. Koncová část bičíku (dlouhá kolem 4  $\mu\text{m}$ ) je tvořena pouze osovým vláknem bez chord i fibrózní pochvy (SOVA *et al.*, 1990). ŘÍHA *et al.* (2003) popisuje na rozhraní spojovací části a dalším pokračování bičíku častý nálezy zbytku původní protoplazmy buňky ve formě tzv. protoplazmatické kapky.

### 2.4.2 Abnormální spermie

Aktivita spermií (progresivní přímočarý pohyb za hlavičkou) a normální morfologické utváření spermií s neporušeným akrozomem jsou základními předpoklady pro určování oplozovací schopnosti spermií (ŘÍHA *et al.*, 2003).

Při vzniku defektních spermií je uplatněn vliv mnoha činitelů toxicko-infekčního, fyzikálně-chemického, alimentárního a genetického původu. V závislosti na intenzitě a místě účinku takovýchto mechanismů může dojít i k úplné poruše v produkci spermií (GAMČÍK a KOZUMPLÍK, 1984).

Pojem morfologicky abnormální spermie (MAS) zahrnuje všechny spermie, na kterých se vyskytují vady odlišující hodnocenou spermii od morfologicky normálního stavu. Zahrnuje v sobě vady běžně označované za patologické, tak vady, které lze označit za fyziologické, přičemž se do patologických nezapočítávají (LIPENSKÝ *et al.*, 2014).



ŠTVERÁK (2018) rozděluje ve své práci vady spermií na – vývojové tvarové degenerativního charakteru, patologické vady hlavičky, patologické vady bičíku a nezralé spermie.

Výskytu morfologicky abnormálních spermií je třeba věnovat zvláštní pozornost kvůli jejich nepopiratelnému vlivu na výsledky inseminace. Stanovení množství abnormálních spermií v ejakulátu napomáhá odhadnout fertilitu kanců. Výskyt některých vad také může napomoci ke stanovení špatného zdravotního stavu kance, popř. jeho přetěžování (LIPENSKÝ *et al.*, 2014).

Kvalitní sperma kance obsahuje 5–8 % morfologicky abnormálních spermií a do 5 % nezralých spermií. Pro účely inseminace nemá sperma obsahovat celkově více než 20 % morfologicky abnormálních a nezralých spermií. Samotné procento nezralých spermií nesmí překročit 10 %. U neřaděného spermatu nemá překročit procento zbobtnalých akrozómů 50 %. Aktivní pohyb za hlavičkou má vykazovat 70 % spermií, sperma s nižší aktivitou než 60 % se nemá použít k umělé inseminaci (KLIMENT *et al.*, 1989).

**Tabulka 1. Minimální hodnoty spermatu vhodného k inseminaci**

	GAMČÍK a KOZUMPLÍK (1984)	KLIMENT <i>et al.</i> (1989)	ŘÍHA <i>et al.</i> (2003)
Barva	mléčně bílá	-	mléčná šedobílá
Objem (ml)	100*	150	100*
Koncentrace (tis./mm <sup>3</sup> )	200	150	150
Motilita (%)	70	70	70
Maximální podíl abnormálních spermií (%)	20	20	25
Celkový počet spermií (mld.)	-	5	-
Příměsi	-	-	ne

\*Autor uvádí pro plemeno duroc odlišnou hodnotu

**Tabulka 2. Průměrné hodnoty spermatu**

	KLIMENT <i>et al. (1983)</i>	SOVA <i>et al. (1990)</i>	JELÍNEK <i>et al. (2003)</i>
Barva	-	mléčná vodnatá	bělavá mléčná
Objem (ml)	250	200–400	250
Koncentrace (tis./mm <sup>3</sup> )	200	100–200	150
Motilita (%)	70	-	-
Maximální podíl abnormálních spermií (%)	20	-	-
Celkový počet spermií (mld.)	min. 50	20-80	40

## 2.5 Vlivy působící na sperma kanců

Rozdíly plodnosti mezi kanci jsou nesporné v celkové plodnosti intenzivně chovaných prasat v Evropě (ROCA *et al.*, 2015).

### 2.5.1 Vliv ročního období

#### **Objem spermatu**

Sezóna je důležitý faktor, který ovlivňuje produkci spermatu kanců. Sledování kanci měli v období podzimu prokazatelně ( $P < 0,05$ ) větší objem spermatu v porovnání s letním obdobím (CHINCHILLA-VARGAS *et al.*, 2018). FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) v práci zjistili prokazatelný ( $P < 0,05$ ) rozdíl v objemu spermatu na podzim, ve srovnání se zimním a letním obdobím. PECINOVÁ *et al.* (2016) popsali rozdíly v objemu, koncentraci a motilitě během roku. CHEON *et al.* (2002) uvedli, že neexistují prokazatelné rozdíly v objemu spermatu v průběhu roku u kanců plemene duroc.

**Tabulka 3. Vliv ročního období na objem spermatu (ml)**

Autor	Roční období			
	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Frydrychová <i>et al.</i> (2014)	217,65 ± 68,92	187,89 <sup>a</sup> ± 50,59	245,00 <sup>b</sup> ± 100,14	190,00 <sup>a</sup> ± 40,13
Knecht <i>et al.</i> (2014)	253,0 ± 3,82	257,6 <sup>a</sup> ± 4,19	254,0 ± 4,58	242,8 <sup>b</sup> ± 3,92
Petrocelli <i>et al.</i> (2015)	293,8 <sup>c</sup> ± 10,35	327,0 <sup>a,b</sup> ± 12,93	344,7 <sup>a</sup> ± 22,72	310,0 <sup>b</sup> ± 13,64
Górski <i>et al.</i> (2017b)	276,66 <sup>a</sup> ± 58,15	313,8 <sup>a</sup> ± 68,80	313,22 <sup>a</sup> ± 75,02	286,87 <sup>a</sup> ± 69,99
Chinchilla-Vargas <i>et al.</i> (2018)	229,54 <sup>a,b</sup> ± 8,42	213,90 <sup>b</sup> ± 9,29	246,79 <sup>a</sup> ± 10,05	235,16 <sup>a,b</sup> ± 9,22
Argenti <i>et al.</i> (2018)	297,50 ± 30,54	317,22 ± 28,82	292,61 ± 25,93	289,06 ± 22,17

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### **Koncentrace spermií**

Jedna ze základních informací o kvalitě ejakulátu a úrovni funkce spermiogenetického epitelu je koncentrace spermií. Faktory ovlivňující koncentraci spermií v ejakulátu jsou podobně jako u objemu ejakulátu uplatněny především prostřednictvím vnitřního prostředí organismu a negativního působení na jeho řídicí mechanismy. Koncentrace se zjišťuje obvykle fotometricky, hemocytometricky nebo počítačem částic (VĚŽNÍK *et al.*, 2004).

Zjištění hustoty spermií je nezbytné pro určení stupně naředění (GAMČÍK a KOZUMPLÍK, 1984). FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) uvádějí, že nejsou prokazatelné rozdíly v koncentraci spermií u kanců v průběhu celého roku. Tento názor potvrzují i CHEON *et al.* (2002). GÓRSKI *et al.* (2017b) - ve své práci zjistili, že jsou prokazatelné rozdíly v koncentraci spermií v průběhu roku, konkrétně nejvyšší průměrné hodnoty bylo dosaženo v zimě a nejnižší na podzim. Tuto informaci potvrzují PETRCELLI *et al.* (2015). KNECHT *et al.* (2014) také prokázali nejvyšší (P<0,01) koncentraci v zimním období, ale nejnižší v letním a jarním období. Naproti tomu CHINCHILLA-VARGAS *et al.* (2018) tvrdí opak, tedy že nejvyšší hodnoty koncentrace spermií bylo dosaženo v létě a nejnižší v zimě (P<0,05). FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) uvádějí nejvyšší průměrnou hodnotu koncentrace spermií v létě a nejnižší na podzim, tyto údaje ovšem nabyly statisticky prokazatelné.

**Tabulka 4. Vliv ročního období na koncentraci spermií (tis./mm<sup>3</sup>)**

Autor	Roční období			
	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Frydrychová <i>et al.</i> (2014)	441,85 ± 134,53	523,19 ± 235,45	387,75 ± 160,55	439,73 ± 161,89
Knecht <i>et al.</i> (2014)	357,3 <sup>B</sup> ± 5,20	356,8 <sup>B</sup> ± 4,86	369,6 ± 5,01	388,3 <sup>A</sup> ± 4,89
Petrocelli <i>et al.</i> (2015)	289,9 <sup>a,b</sup> ± 17,13	260,0 <sup>b</sup> ± 18,95	213,6 <sup>b,c</sup> ± 12,30	309,9 <sup>a</sup> ± 18,57
Górski <i>et al.</i> (2017b)	445,33 <sup>a,b</sup> ± 97,79	384,76 <sup>a,b</sup> ± 110,20	365,54 <sup>a</sup> ± 123,96	448,93 <sup>b</sup> ± 126,39
Chinchilla-Vargas <i>et al.</i> (2018)	381,66 <sup>b</sup> ± 16,10	427,80 <sup>a</sup> ± 17,65	358,02 <sup>b,c</sup> ± 19,35	341,19 <sup>c</sup> ± 17,71
Argenti <i>et al.</i> (2018)	222,60 <sup>b</sup> ± 27,27	204,19 <sup>b</sup> ± 21,63	311,94 <sup>a</sup> ± 46,21	262,45 <sup>a,b</sup> ± 30,48

<sup>A,B/a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P < 0,01/0,05)

### **Motilita spermií**

Motilita spermií je považována za jeden z nejdůležitějších ukazatelů kvality semene (BROEKHUIJSE *et al.*, 2012). Výpočet se vyjadřuje v procentu pohyblivých spermií nebo metodou bodového odhadu, při které jeden bod reprezentuje 20 % pohyblivých spermií. Kromě pohybu samotného se posuzuje také charakter pohybu, který zahrnuje i směr a rozsah kmitu hlavičky spermie. Přímý progresivní pohyb je ukazatelem funkční plnohodnotnosti a dobrý ejakulát by jej měl vykazovat cca 70 % spermií (VĚŽNÍK *et al.*, 2010). Za nejobektivnější metodu analýzy pohybu spermií lze považovat počítačovou analýzu CASA (Computer Assisted Semen Analysis). Jde o poloautomatickou počítačovou metodu pro hodnocení morfologie, a především motility spermií (VĚŽNÍK *et al.*, 2004). GÓRSKI *et al.* (2017a) zjistili, že ejakulát s nízkou motilitou spermií se vyznačuje i nízkým počtem spermií a že spermie jsou v některých parametrech menší.

**Tabulka 5. Vliv ročního období na motilitu spermií (%)**

Autor	Roční období			
	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Cheon <i>et al.</i> (2002)	88,8	90	86,3	88,8
Barranco <i>et al.</i> (2013)	80,47 ± 0,59	77,62 <sup>b</sup> ± 0,75	76,2 <sup>b</sup> ± 0,35	80,93 <sup>a</sup> ± 0,56
Dziekońska <i>et al.</i> (2014)	72,55 ± 0,59	74,27 ± 0,68	73,13 <sup>b</sup> ± 11,32	78,00 ± 9,78
Petrocelli <i>et al.</i> (2015)	86,1 <sup>a,b</sup> ± 1,52	85,2 <sup>b</sup> ± 1,27	80,0 <sup>c</sup> ± 1,39	88,2 <sup>a</sup> ± 1,44
Górski <i>et al.</i> (2017b)	78,33 <sup>b</sup> ± 3,79	78,09 <sup>b</sup> ± 4,02	74,19 <sup>a</sup> ± 5,01	75,31 <sup>a,b</sup> ± 5,07
Argenti <i>et al.</i> (2018)	69,68 ± 5,38	74,65 ± 5,89	70,98 ± 4,68	73,05 ± 5,19

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### **Abnormální spermie**

Některé abnormality tvaru spermií mohou být způsobeny patologickými změnami ve varlatech, nadvarlatech, případně geneticky a některé mohou být důsledkem nevhodných chovatelských podmínek (ČEŘOVSKÝ *et al.*, 2005). Extrémně vysoké nebo nízké teploty prostředí jsou u kanců škodlivé pro produkci spermatu (GORDON, 2004). Bylo zjištěno, že pokud jsou kanci vystaveni vysoké teplotě 33,4–37,7 °C a relativní vlhkosti 40–80 % po dobu 6 hodin minimálně 4 dny, dojde k prokazatelnému nárůstu abnormálních spermií v období 2 až 5 týdnů po tomto vlivu (CAMERON a BLACKSHAW, 1980).

**Tabulka 6. Vliv ročního období na abnormální spermie (%)**

Autor	Roční období			
	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Frydrychová <i>et al.</i> (2014)	11,29 <sup>A</sup> ± 9,29	24,59 <sup>B</sup> ± 16,66	16,56 ± 11,37	17,07 ± 15,60
Barranco <i>et al.</i> (2013)	5,85 <sup>a</sup> ± 0,48	11,79 <sup>c</sup> ± 0,83	8,88 <sup>b</sup> ± 0,31	8,17 <sup>b</sup> ± 0,37
Petrocelli <i>et al.</i> (2015)	18,80 ± 2,25	13,20 <sup>a</sup> ± 1,72	21,00 <sup>b</sup> ± 2,34	10,20 <sup>a</sup> ± 1,42
Argenti <i>et al.</i> (2018)	2,39 ± 1,21	4,17 ± 2,64	5,78 ± 4,61	3,56 ± 2,39

<sup>A,B/a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P< 0,01/0,05)

## Celkový počet spermií

ŠTVERÁK *et al.* (2017) ve své práci uvádí, že celkový počet spermií je výrazně ovlivněn hodnotami objemu spermatu a koncentrací spermií. PECINOVÁ *et al.* (2016) popisují rozdíly v objemu, koncentraci a motilitě během roku.

Tabulka 7. Vliv ročního období na celkový počet spermií (mld.)

Autor	Roční období			
	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Frydrychová <i>et al.</i> (2014)	83,15 ± 34,06	93,20 ± 35,78	95,15 ± 41,42	92,15 ± 47,79
Knecht <i>et al.</i> (2014)	86,4 ± 1,17	86,6 ± 1,06	89,3 ± 1,24	90,2 ± 1,24
Górski <i>et al.</i> (2017b)	101,29 ± 91,95	97,41 ± 29,09	87,05 ± 34,81	94,48 ± 30,68
Argenti <i>et al.</i> (2018)	66,74 ± 4,18	62,64 ± 3,82	80,26 ± 6,15	74,21 ± 6,10

### 2.5.2 Vliv genotypu

Variabilita vlastností spermatu je dána také plemennou příslušností kance (SAVIC *et al.*, 2017). BORG *et al.* (1993) popisují rozdíly ve vlastnostech spermatu kanců, nicméně motilitu, morfologii a hladinu testosteronu uvádějí pro sledovaná plemena stejnou. SAVIC *et al.* (2014) zjistili prokazatelný vliv plemene na objem spermatu ( $P < 0,001$ ), na stejné hladině významnosti ovlivňoval objem spermatu i denní přírůstek kance (30–100kg).

TRETIPSKUL *et al.* (2012) zjistili rozdíly v parametrech spermatu mezi plemeny v průběhu roku, nicméně statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ ) byly pouze u některých genotypů v určitých parametrech. Plemeno duroc dosahovalo v průběhu celého roku nejnižších hodnot pro objem spermatu a zároveň nejvyšší koncentraci spermií. Hybridní kanci landrase × yorkshire dosáhli nejvyšších průměrných hodnot objemu spermatu a celkového počtu spermií v průběhu celého roku. Kanci plemene pietrain produkovali sperma s nejnižší koncentrací a nejmenším počtem spermií v průběhu téměř celého roku.

WOLF (2010) spočetl heritabilitu pro objem a koncentraci spermatu  $h^2 = 0,2$ .

**Tabulka 8. Vliv genotypu na parametry spermatu**

Autor	Genotyp	Objem spermatu (ml)	Koncentrace spermií (tis./mm <sup>3</sup> )	Motilita spermií (%)	Abnormální spermie (%)	Celkový počet spermií (mld.)
Kennedy a Wilkins (1984)	Y	90,80	806,00	-	-	-
Wolf a Smital (2009)	ČBU	276,00	430,00	76,00	11,40	112,00
Wolf (2009)	ČBU	274,00	424,00	76,10	10,90	110,00
Smital (2009)	LW	267,34	405,65	75,96	11,82	103,07
Smital (2009)	ČBU	280,33	426,93	74,81	11,82	115,46
Wolf (2010)	LW	275,00	428,00	76,20	11,50	111,00
Knecht <i>et al.</i> (2014)	PLW	258,60	345,10	-	-	82,90
Savic <i>et al.</i> (2014)	LW	238,34	-	79,60	-	-
Buranawit a Imboonta (2016)	Y	232,99	304,50	-	-	68,67
Knecht <i>et al.</i> (2017)	PLW	250,91	397,41	74,82	-	93,46
Chinchilla-Vargas <i>et al.</i> (2018)	Y	305,96	284,10	-	-	-
Kennedy a Wilkins (1984)	L	93,50	751,00	-	-	-
Wolf a Smital (2009)	ČL	273,00	422,00	75,60	11,20	107,00
Smital (2009)	L	264,70	430,84	74,69	10,96	108,53
Wolf (2009)	ČL	267,00	417,00	75,90	10,70	104
Wolf (2010)	L	276,00	418,00	75,80	11,20	108,00
Strathe <i>et al.</i> (2013)	DL	195,00	374,00	-	-	67,8
Savic <i>et al.</i> (2014)	ŠL	239,62	-	79,80	-	-
Knecht <i>et al.</i> (2014)	PL	251,60	367,70	-	-	89,90
Buranawit a Imboonta (2016)	L	239,44	310,84	-	-	62,18
Knecht <i>et al.</i> (2017)	PL	251,98	393,72	74,19	-	93,53
Chinchilla-Vargas <i>et al.</i> (2018)	L	269,52	321,73	-	-	-
Wolf a Smital (2009a)	Sire LW	270,00	401,00	76,60	11,20	101,30
Wolf (2009)	Sire LW	270,00	400,00	76,90	10,90	101,00
Kennedy a Wilkins (1984)	D	79,10	814,00	-	-	-
Wolf a Smital (2009a)	D	200,00	491,00	73,60	10,80	93,70
Smital (2009)	D	185,11	502,56	71,29	10,66	92,07
Wolf (2009)	D	198,00	490,00	74,20	11,20	92,00
Tretipskul <i>et al.</i> (2012)	D	170,00	381,60	-	-	60,20
Wysokinska a Kondracki (2013)	D	145,87	754,15	76,32	-	83,80

**Tabulka 8 Pokračování**

Savic <i>et al.</i> (2014)	D	227,09	-	79,80	-	-
Wysokinska a Kondracki (2014)	D	177,10	499,00	75,00	-	61,73
Buranawit a Imboonta (2016)	D	175,24	349,73	-	-	59,82
Chinchilla-Vargas <i>et al.</i> (2018)	D	167,55	527,10	-	-	-
Kennedy a Wilkins (1984)	H	96,10	674,00	-	-	-
Smital (2009)	H	272,16	394,29	78,61	10,67	102,21
Wysokinska a Kondracki (2013)	H	229,24	492,24	71,36	-	77,66
Wolf a Smital (2009a)	Pn	275,00	453,00	76,80	11,80	118,70
Wolf (2009)	Pn	264,00	443,00	77,30	11,5	111
Smital (2009)	Pn	260,34	454,31	74,46	10,15	115,86
Tretipskul <i>et al.</i> (2012)	Pn	249,50	318,30	-	-	76,50
Wysokinska a Kondracki (2013)	Pn	191,67	600,13	75,20	-	83,41
Wysokinska a Kondracki (2014)	Pn	228,65	364,85	73,50	-	59,04
Knecht <i>et al.</i> (2017)	Pn	240,14	386,25	75,94	-	87,85
Wolf a Smital (2009a)	D×SLW	236,00	431,00	71,60	13,10	95,10
Wolf (2009)	Sire LW×D	235,00	428,00	71,70	12,10	95,00
Wolf a Smital (2009a)	SLW×Pn	282,00	407,00	76,60	10,80	107,40
Wolf (2009)	SireLW×Pn	283,00	401,00	76,90	10,10	106,00
Wolf a Smital (2009a)	D×Pn	241,00	445,00	74,20	10,80	102,10
Wolf (2009)	D×Pn	230,00	450,00	74,20	-	99,00
Tretipskul <i>et al.</i> (2012)	Pn×D	250,70	381,10	-	-	76,40
Wysokinska a Kondracki (2014)	Pn×D	188,10	488,20	76,00	-	74,69
Knecht <i>et al.</i> (2014)	D×Pn	245,10	391,80	-	-	91,90
Knecht <i>et al.</i> (2017)	D×Pn	231,72	430,24	75,57	-	71,49
Wolf (2009)	H×Pn	299,00	383,00	78,10	8,90	108,00
Wysokinska a Kondracki (2013)	H×Pn	303,90	513,21	74,43	-	105,05
Knecht <i>et al.</i> (2017)	H×Pn	274,99	344,81	77,72	-	90,49
Wolf (2009)	D×H	254,00	391,00	76,20	8,40	94,00
Wysokinska a Kondracki (2013)	H×D	216,73	675,64	76,94	-	109,88



### 2.5.3 Vliv věku kance

Většina kanců používaných v inseminaci je zařazována do reprodukce ve věku 7 až 8 měsíců, dokončení vývoje a maximální produkce spermatu dosahují později (BANASZEWSKA a KONDRACKI,2012). Kanci jsou chovatelsky dospělými v různém věku, obvykle v 9–10 měsících věku, tato variabilita vyplývá z genotypu a podmínek chovu (HUANG *et al.*, 2010). Spermie se u kance začínají vyvíjet od období pohlavní dospělosti až do věku 8–10 let (BAŽANT, 1988). Nejvyšší koncentraci spermií dosahují mladší kanci. S věkem tento parametr klesá (KNECHT *et al.*, 2017b). S postupujícím věkem se objem ejakulátu zvyšuje, ale koncentrace spermií klesá. Nejvyšší motilita byla zaznamenaná u kanců ve věku 18–24 měsíců a nejnižší u kanců starších 30 měsíců (JANKEVICIUTE a ZILINSKAS, 2002). TSAKMAKIDIS *et al.* (2012) uvádějí, že jsou kanci vyřazováni z inseminace ve věku okolo 3 let, nejlepší kanci až v 5 letech. HUANG *et al.*(2010) popsali u kanců plemene duroc na inseminační stanici vyřazení ve věku 4 let, ale při chovu v 22 °C až 6 let.

#### **Objem spermatu**

KNECHT *et al.* (2017b) popsali nárůst ( $P<0,01$ ) objemu spermatu mezi věkovými kategoriemi do 24 měsíců věku, starší věkové kategorie vyprodukovaly obdobný objem spermatu jako kanci ve věku 18–24 měsíců. KONDRACKI *et al.* (2005) uvedli u sledovaných kanců nejnižší objem spermatu (151,81 ml), ve věku 8–14 měsíců, i nejvyšší objem spermatu (290,86 ml), z autorů uvedených v tabulce 9, u kanců starších 17 měsíců, rozdíl mezi těmito věkovými kategoriemi byl statisticky průkazný ( $P<0,05$ ).

**Tabulka 9. Vliv věku kance na objem spermatu (ml)**

Autor	Kondracki <i>et al.</i> (2005)	Schulze <i>et al.</i> (2014)	Knecht <i>et al.</i> (2017b)	Tereszkiewicz a Pokrywka (2019)
Věk (měsíce)	Objem (ml)			
<8	-	154,6 <sup>a</sup> ± 4,44	-	211,50 <sup>a</sup> ± 82,90
8	151,81 <sup>a</sup> ± 48,3	172,2 <sup>b</sup> ± 2,79	190,21 <sup>A</sup> ± 73,31	
9		192,6 <sup>c</sup> ± 2,60	210,81 <sup>B</sup> ± 74,68	
10			234,03 <sup>C</sup> ± 80,57	
11				
12				
13				
14	-	215,2 <sup>d</sup> ± 4,56	234,03 <sup>C</sup> ± 80,57	255,50 <sup>b</sup> ± 65,20
15				
16	290,86 <sup>b</sup> ± 68,8 <sup>b</sup>	-	261,34 <sup>D</sup> ± 88,44	
17				
18				
19				
20				
21	260,79 <sup>D</sup> ± 93,38	264,66 <sup>D</sup> ± 93,22	269,20 <sup>b</sup> ± 66,90	
22				
23	260,79 <sup>D</sup> ± 93,38	264,66 <sup>D</sup> ± 93,22	269,20 <sup>b</sup> ± 66,90	
24				
25-30	260,79 <sup>D</sup> ± 93,38	264,66 <sup>D</sup> ± 93,22	269,20 <sup>b</sup> ± 66,90	
30+				

A,B,C,D /a,b,c,d Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01/0,05)

### **Koncentrace spermií**

KNECHT *et al.* (2017b) popsali u věkových skupin s narůstajícím věkem nižší hodnoty koncentrace, některé rozdíly byly statisticky významné (P<0,01). KONDRACKI *et al.* (2005) zjistili rozdíl (P<0,05) mezi kanci ve věku 8–13 měsíců a staršími 19 měsíců, kteří dosáhli nižší hodnoty koncentrace spermií. SCHULZE *et al.* (2014) popisují nárůst koncentrace s věkem kanců u různých věkových kategorií, statisticky se odlišovali (P<0,05) pouze kanci do 8 měsíců věku. TERESZKIEWICZ a POKRYWKA (2019) neshledali prokazatelné rozdíly v koncentraci spermií mezi věkovými kategoriemi kanců.

**Tabulka 10. Vliv věku kance na koncentraci spermií (tis./mm<sup>3</sup>)**

Autor	Kondracki <i>et al.</i> (2005)	Schulze <i>et al.</i> (2014)	Knecht <i>et al.</i> (2017b)	Tereszkiewicz a Pokrywka (2019)
Věk (měsíce)	Koncentrace (tis/mm <sup>3</sup> )			
<8	-	347 <sup>a</sup> ± 20	-	
8	500,91 <sup>a</sup> ± 84,00	394 <sup>b</sup> ± 20	437,96 <sup>D</sup> ± 145,29	437,20 ± 112,30
9				
10		404 <sup>b</sup> ± 20	429,12 <sup>D</sup> ± 146,25	
11				
12				
13	-	419 <sup>b</sup> ± 20	418,21 <sup>C</sup> ± 144,42	436,80 ± 92,70
14				
15		-	-	
16				
17				
18	452,81 <sup>b</sup> ± 62,2	-	392,47 <sup>B</sup> ± 146,24	
19				
20				
21				
22				
23				
24	389,46 <sup>B</sup> ± 146,95	-		
25-30				
30+			370,20 <sup>A</sup> ± 152,25	442,00 ± 83,40

<sup>A,B,C,D/a,b</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01/0,05)

### **Motilita spermií**

KONDRACKI *et al.* (2005) uvádějí, že nebyl statisticky významný rozdíl v koncentraci spermií mezi kanci ve věku 8–14 měsíců a kanci staršími více než 19 měsíců. SCHULZE *et al.* (2014) uvádějí vyšší hodnoty motility ve věku 8–13 měsíců. Kanci do 8 měsíců a v rozmezí 14–16 měsíců vykazují prokazatelně nižší hodnotu motility. TERESZKIEWIC a POKRYWKA (2019) popisují, že kanci do 12 měsíců věku měli nižší motilitu, než kanci starší 12 měsíců. Mezi kanci 12–24 měsíců a starší více než 24 měsíců nebyly zjištěny prokazatelné rozdíly.

**Tabulka 11. Vliv věku kance na motilitu spermií (%)**

Autor	Kondracki <i>et al.</i> (2005)	Schulze <i>et al.</i> (2014)	Tereszkiewicz a Pokrywka (2019)
Věk (měsíce)	Motilita (%)		
<8	-	70,6 <sup>a</sup> ± 1,08	64.54 <sup>a</sup> ± 12.50
8	79,81 <sup>a</sup> ± 1,35	74,9 <sup>b</sup> ± 0,71	
9		75,9 <sup>b</sup> ± 0,65	
10			
11			
12		-	72,4 <sup>a</sup> ± 1,11
13			
14			
15			
16	-	-	67.19 <sup>b</sup> ± 3.69
17			
18			
19			
20			
21	79,42 <sup>a</sup> ± 3,67	-	68.23 <sup>b</sup> ± 2.52
22			
23			
24			
25-30			
30+			

<sup>a,b</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### **Abnormální spermie**

SCHULZE *et al.* (2014) uvádějí prokazatelné rozdíly v podílu abnormálních spermií podle věku kanců. Nejvyšší hodnoty dosáhli kanci mladší 8 měsíců, nejnižší hodnoty abnormálních spermií dosáhli kanci 8–9 měsíců, resp. 10–13 měsíců věku. SCHULZE *et al.* (2014), kteří zjistili hodnoty přesahující 20 % abnormálních spermií, se neshodují s KLIMENTEM *et al.* (1989), kteří popisují, že kvalitní sperma kance obsahuje 5–8 % morfologicky abnormálních spermií a do 5 % nezralých spermií. Pro účely inseminace nemá sperma obsahovat celkově více než 20 % morfologicky abnormálních a nezralých spermií. Procento nezralých spermií nesmí překročit 10 %. BANASZEWSKA *et al.* (2011) uvedli, že nejsou prokazatelné rozdíly v primárních morfologických vadách spermií během růstu věku kanců.

KAMANOVÁ (2016) popsala vliv věku na výskyt patologických spermií jako statisticky velmi vysoce významný ( $P < 0,001$ ), kdy podíl patologických spermií rostl s věkem kanců do 3 let a u kanců do 4 let byl srovnatelný s kanci ve věku 2 až 3 roky.

**Tabulka 12. Vliv věku kance na abnormální spermie (%)**

Autor	Schulze <i>et al.</i> (2014)
Věk (měsíce)	Abnormální spermie (%)
<8	28.5 <sup>a</sup> ±1.19
8–9	20.6 <sup>b</sup> ±0.75
10–13	21.2 <sup>b</sup> ±0.70
14–16	26.9 <sup>c</sup> ±1.25

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,05$ )

### **Celkový počet spermií**

KNECHT *et al.* (2017b) popsali růst ( $P < 0,01$ ) celkového počtu spermií u všech věkových kategorií do 24 měsíců věku kanců, kanci 19–24 a 25–30 měsíců dosáhli obdobných hodnot, pro starší kance uvádějí pokles ( $P < 0,01$ ). KNECHT *et al.* (2017b) uvedli výrazně vyšší celkový počet spermií ve věku kanců nad 24 měsíců oproti autorům TERESZKIEWIC a POKRYWKA (2019).

**Tabulka 13. Vliv věku kance na celkový počet spermií (mld.)**

	Kondracki <i>et al.</i> (2005)	Schulze <i>et al.</i> (2014)	Knecht <i>et al.</i> (2017b)	Tereszkiewicz a Pokrywka (2019)			
Věk (měsíce)	Celkový počet spermií (mld.)						
<8	-	51.8 <sup>a</sup> ± 2.83	-	62.35 <sup>a</sup> ±15.69			
8	66.60 <sup>a</sup> ± 20.95	62.9 ± 2.26 <sup>b</sup>	78.67 <sup>A</sup> ± 29.75				
9		71.8 <sup>c</sup> ± 2.21	85.85 <sup>B</sup> ±31.76				
10			79.9 <sup>c</sup> ± 2.80		92.91 <sup>C</sup> ±34.05		
11						-	96.66 <sup>D</sup> ±35.03
12							
13	108.02 <sup>b</sup> ± 26.33	-	-	72.61 <sup>b</sup> ±11.99			
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20	95.64 <sup>D</sup> ±36.78	-	-	77.80 <sup>b</sup> ±11.30			
21							
22							
23	-	-	-	-			
24							
25-30	-	-	92.44 <sup>C</sup> ±37.83	-			
30+							

a,b,c/A,B,C,D Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P < 0,05/ 0,01)

### **3. Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vybrané vlivy na kvantitativní a kvalitativní ukazatele spermatu kanců, vyvodit doporučení pro chovatelskou veřejnost. V literárním přehledu bylo cílem popsat spermiogenezi, spermii a zaměřit se na vybrané faktory, které působí na produkci spermatu u kanců. Úkolem vlastní práce bylo zhodnotit vliv věku, ročního období, plemenné příslušnosti (genotypu) a inseminační stanice u kanců chovaných v České republice na inseminačních stanicích na objem spermatu, koncentraci spermií, motilitu, podíl abnormálních spermií a celkový počet spermií z jednoho odběru. Data byla získána z databáze Svazu chovatelů prasat v Čechách a na Moravě.

## 4. Materiál a metodika

### 4.1 Materiál

Z dat, získaných v období od 2.1.2017 do 31.10.2018, byly analyzovány ukazatele spermatu u kanců. Data byla získána z celkového počtu odběrů 17 794 od 504 kanců, ve věku 6 až 101 měsíců, 6 plemen a 5 hybridních kombinací. Kanci byli ustájeni v 8 inseminačních stanicích v České republice.

### 4.2 Metodika

Během odběru ejakulátu bylo pomocí filtru zachyceno pouze sperma kance, které bylo z odběrové místnosti předáno do laboratoře inseminační stanice, kde bylo provedeno základní makroskopické vyšetření (zhodnotil se pach, barva, příměsi). Po pozitivním makroskopickém vyhodnocení došlo ke zvažení spermatu a stanovení objemu spermatu s přesností na 1 ml. Koncentrace spermií byla stanovena fotometrickou metodou pomocí přístroje. Hodnocení motility spermií proběhlo pomocí mikroskopu s vyhřívaným stolkem a předeřtým sklíčkem. Stanovil se podíl všech pohyblivých spermií (%). Podíl abnormálních spermií (%) byl stanoven z celkového počtu 200 spermií, pomocí mikroskopu, záznamem výskytu defektních spermií – nezralé spermie, poškození a změny na hlavičce, akrozómu a bičíku spermie.

Celkový počet spermií byl stanoven dle vzorce:  $X \text{ (mld.)} = \text{objem (ml)} \times \text{koncentrace spermií (tis./mm}^3) \times 1000$

#### **Byly sledovány tyto vlivy:**

- *plemenná příslušnost (genotyp)* – české bílé ušlechtilé, české landrase, bílé otcovské, duroc, pietrain a přeštické černostrakaté a z hybridních kombinací duroc × bílé otcovské, duroc × pietrain, bílé otcovské × pietrain, pietrain × bílé otcovské a 75 % pietrain × 25 % bílé otcovské;
- *roční období* - jaro (duben, květen, červen), léto (červenec, srpen, září), podzim (říjen, listopad, prosinec), zima (leden, únor, březen);
- *věk kance v den odběru* - do 1 roku (od 6 měsíců), 1 až 2 roky, 2 až 3 roky, 3 až 4 roky a více jak 4 roky (až 101 měsíců).



### **Byly sledovány následující ukazatele spermatu:**

- objem spermatu (ml),
- koncentrace (tis./mm<sup>3</sup>),
- celkový počet spermií (mld.),
- podíl motilních spermií při odběru (%),
- podíl abnormálních spermií (%) - podíl nezralých spermií, s vadou akrozomu, hlavičky, bičíku.

### **4.3 Statistické vyhodnocení**

Ze získaných dat byly vypočteny charakteristiky popisující uspořádání dat (aritmetický průměr) a charakteristiky popisující míru variability dat (minimální a maximální hodnota, směrodatná odchylka a variační koeficient). Ke statistickému vyhodnocení byla použita 1faktorová ANOVA. Hodnoty F-testů a HSD při nestejném N byly posuzovány při  $P < 0,05$  jako statisticky významný rozdíl a při  $P < 0,01$  jako statisticky velmi významný rozdíl.

## 5. Výsledky a diskuze

### 5.1 Základní charakteristika souboru

Celkem bylo hodnoceno 17 794 odběrů spermatu kanců, získaných od 504 kanců, 6 plemen a 5 hybridních kombinací, ustájených v 8 inseminačních stanicích v České republice.

Objem spermatu byl u sledovaných kanců mezi 36 až 780 ml s průměrnou hodnotou 274,8 ml. Koncentrace spermií byla v rozpětí 20 až 993 tis./mm<sup>3</sup>, průměr byl 326,5 tis./mm<sup>3</sup>. Motilita spermií při odběru byla průměrně 79,2 %, v rozmezí 25 až 90 %. Podíl abnormálních spermií dosáhl průměrné hodnoty 10,1 % s minimem 0 % a maximem 77 %. Celkový počet spermií byl v průměru 85,3 mld. v rozmezí 4 až 292,5 mld. spermií.

**Tabulka 14. Základní statistika parametrů spermatu (N = 17 794)**

	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
Objem spermatu (ml)	274,8	36	780	97,40	35
Koncentrace (tis./mm <sup>3</sup> )	326,5	20	993	106,0 4	33
Motilita (%)	79,2	25	90	6,32	8
Podíl abnormálních spermií (%)	10,1	0	77	4,56	45
Celkový počet spermií (mld.)	85,3	4	292,5	29,86	35

### 5.2 Vliv genotypu na parametry spermatu

#### 5.2.1 Vliv genotypu na objem spermatu

Z tabulky 15 je patrné, že genotyp ovlivnil objem spermatu. Ze sledovaných kanců dosáhli nejvyššího objemu spermatu kanci hybridní kombinace Pn × BO 335,3 ml, mezi plemeny měli nejvyšší objem spermatu kanci plemene pietrain 293,1 ml. Nejnižší objem spermatu ( $P < 0,05$ ) ze všech genotypů vyprodukovali kanci plemene přeštické černostrakaté 188,5 ml, druhý nejnižší objem spermatu byl zaznamenán u kanců plemene duroc 222,2 ml. Kanci mateřských plemen česká landrase a české bílé ušlechtilé dosáhli srovnatelných průměrných hodnot objemu spermatu 267,2 ml, resp. 272,9 ml, nebyl mezi nimi statisticky významný rozdíl.

Sledované genotypy měly průměrný objem spermatu srovnatelný s autory uvedenými v tabulce 8, výjimkou bylo plemeno bílé otcovské, které mělo nižší průměrný objem spermatu o cca 40 ml, než popsali WOLF (2009) a WOLF a SMITAL (2009a). Kanci plemene pietrain převýšili nejvyšší uváděný objem spermatu 275 ml (WOLF a SMITAL, 2009a) o cca 20 ml. Obdobně i kanci hybridní kombinace D × Pn.

**Tabulka 15. Vliv genotypu na objem spermatu (ml)**

	N kanců	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
ČBU	79	2 103	272,9 <sup>a</sup>	40	780	96,25	35
ČL	81	2 472	267,2 <sup>a</sup>	36	740	99,70	37
BO	11	235	235,0 <sup>b,c</sup>	90	446	80,68	34
D	53	1 112	222,2 <sup>b</sup>	45	515	86,52	39
Pn	42	1 222	293,1 <sup>d,e</sup>	68	680	92,85	32
PC	15	405	188,5 <sup>f</sup>	50	480	75,26	40
BO × Pn	102	4 263	293,3 <sup>d</sup>	80	720	99,49	34
Pn × BO	9	559	335,3 <sup>g</sup>	100	630	103,75	31
D × BO	57	2 659	257,3 <sup>c</sup>	80	630	83,23	32
D × Pn	53	2 641	286,1 <sup>e</sup>	72	647	91,12	32
75 Pn × 25 BO	2	123	330,4 <sup>d,g</sup>	100	680	11,56	34

<sup>a,b,c,d,e,f,g</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

## 5.2.2 Vliv genotypu na koncentraci spermií

Koncentrace spermií byla ovlivněna genotypem kance. Nejvyšší průměrné hodnoty koncentrace spermií, ze všech genotypů, dosáhli kanci plemene duroc 393,6 tis./mm<sup>3</sup> (P<0,05), pro toto plemeno se jedná o nízkou koncentraci spermií ve srovnání s výsledky autorů WYSOKINSA a KONDRACKI (2013, 2014) 754,2 a 499,0 tis./mm<sup>3</sup>, CHINCHILLA-VARGAS *et al.* (2018) – 527,1 tis./mm<sup>3</sup>. Nejnižší koncentrace spermií ze všech genotypů byla naměřena u kanců hybridní kombinace 75 % Pn × 25 % BO 241,7 tis./mm<sup>3</sup>, následně Pn × BO 267,2 tis./mm<sup>3</sup> (P<0,05). Ze sledovaných plemen dosáhli nejnižší koncentrace kanci ČBU 323,6 tis./mm<sup>3</sup>. Koncentrace spermií u sledovaných kanců napříč genotypy patřila mezi nižší, nebo menší než nejnižší uváděné hodnoty v tabulce 8.

**Tabulka 16. Vliv genotypu na koncentraci spermií (tis./mm<sup>3</sup>)**

	N kanců	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
ČBU	79	2 103	323,6 <sup>a</sup>	100	770	103,50	32
ČL	81	2 472	330,7 <sup>a,b</sup>	100	986	107,82	33
BO	11	235	359,2 <sup>b,e,f</sup>	180	958	113,91	32
D	53	1 112	393,6 <sup>g</sup>	100	910	112,93	29
Pn	42	1 222	331,3 <sup>a,b</sup>	104	955	125,48	38
PC	15	405	377,2 <sup>f,g</sup>	150	924	112,61	30
BO × Pn	102	4 263	306,7 <sup>d</sup>	20	851	91,97	30
Pn × BO	9	559	267,2 <sup>c</sup>	125	795	88,03	33
D × BO	57	2 659	308,7 <sup>d</sup>	34	993	78	25
D × Pn	53	2 641	349,9 <sup>e</sup>	110	957	118,64	34
75 Pn × 25 BO	2	123	241,7 <sup>c</sup>	158	535	54,39	22

<sup>a,b,c,d,e,f,g</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### 5.2.3 Vliv genotypu na motilitu spermií

Motilita spermií ve sledovaném souboru kanců dosahovala uspokojivých hodnot motility, vhodných pro využití v inseminaci. Mezi genotypy byly rozdíly více než 8 %. Nejvyšší hodnoty motility dosáhli kanci hybridní kombinace D × BO 83,7 % (P<0,05), mezi plemeny kanci přeštického černostrakatého plemene 81,6 % (P<0,05), kteří byli následováni kanci plemene pietrain 80,1 %. Nejnižší průměrné hodnoty motility (P<0,05) ze všech sledovaných genotypů dosáhli kanci hybridní kombinace 75 % Pn × 25 % BO 74,59 % a Pn × BO 75,2 %. Jednotlivá plemena mimo zmíněných hranic, dosáhla zanedbatelných rozdílů a tak, mezi nimi nebyl statisticky významný rozdíl (P<0,05), mezi hybridními kanci jsou statisticky významné rozdíly (P<0,05). Sledování kanci dosáhli vždy, s výjimkou hodnot udávaných autorem SAVIC *et al.* (2014), vyšší hodnoty motility spermií ve srovnání s výsledky autorů uvedených v tabulce 8.

**Tabulka 17. Vliv genotypu na motilitu spermií (%)**

	N kanců	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
ČBU	79	2 103	78,6 <sup>a</sup>	70	90	6,32	8
ČL	81	2 472	78,4 <sup>a</sup>	25	90	6,45	8
BO	11	235	79,0 <sup>a,b,d,e</sup>	50	90	5,66	7
D	53	1 112	78,7 <sup>a,b</sup>	70	90	6,83	9
Pn	42	1 222	80,1 <sup>e</sup>	40	90	5,50	7
PC	15	405	81,6 <sup>f</sup>	60	90	7,28	9
BO × Pn	102	4 263	77,6 <sup>d</sup>	30	90	5,27	7
Pn × BO	9	559	75,2 <sup>c</sup>	70	85	1,79	2
D × BO	57	2 659	83,7 <sup>g</sup>	70	90	5,70	7
D × Pn	53	2 641	79,3 <sup>b</sup>	70	90	6,70	9
75Pn × 25 BO	2	123	74,6 <sup>c</sup>	70	75	1,37	2

<sup>a,b,c,d,e,f,g</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,05$ )

### 5.2.4 Vliv genotypu na podíl abnormálních spermií

Podíl abnormálních spermií (%) u všech plemen vyhovuje k použití v inseminaci podle KLIMENTA *et al.* (1989). Kanci hybridní kombinace 75 % Pn × 25 % BO dosáhli v průměru nejnižších hodnot abnormálních spermií 5,7 % ze všech genotypů ( $P < 0,05$ ), mezi plemeny dosáhli kanci plemene duroc nejnižší průměrné hodnoty abnormálních spermií 8,3 %, u tohoto plemene byl zjištěn nejvyšší variační koeficient 66 % ze všech genotypů. Rozdíly hodnot u ostatních plemen nebyly statisticky významné ( $P < 0,05$ ), plemena měla průměrné hodnoty od 10,0 (PC) do 11,0 % (BO). Mezi hybridními kombinacemi byly prokazatelné rozdíly ( $P < 0,05$ ) téměř 5 %, mimo minimum byl podíl abnormálních spermií mezi 9,2 a 10,6 %. Sledování kanci dosáhli srovnatelných hodnot abnormálních spermií uvedených v tabulce 8.

**Tabulka 18. Vliv genotypu na podíl abnormálních spermií (%)**

	N kanců	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
ČBU	79	2 103	10,2 <sup>a,b</sup>	0	35	4,26	42
ČL	81	2 472	10,2 <sup>a,b</sup>	0	36	5,08	50
BO	11	235	11,0 <sup>a,b</sup>	2	25	3,01	27
D	53	1 112	8,3 <sup>d</sup>	0	25	5,48	66
Pn	42	1 222	10,4 <sup>a,b</sup>	0	59	4,87	47
PC	15	405	10,0 <sup>a,b,c</sup>	0	77	5,26	53
BO × Pn	102	4 263	10,4 <sup>a,b</sup>	0	58	4,62	44
Pn × BO	9	559	9,2 <sup>c,d</sup>	0	20	1,57	17
D × BO	57	2 659	10,6 <sup>b</sup>	0	25	3,18	30
D × Pn	53	2 641	10,0 <sup>a,c</sup>	0	34	4,97	50
75 Pn × 25 BO	2	123	5,7 <sup>e</sup>	5	6	0,47	8

<sup>a,b,c,d,e</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,05$ )

### 5.2.5 Vliv genotypu na celkový počet spermií

Vzhledem k rozdílům v objemu a koncentraci spermií u jednotlivých genotypů byly rozdíly i v celkovém počtu spermií. Kanci D × Pn dosáhli nejvyššího průměrného celkového počtu spermií 94,47 mld., obdobné hodnoty dosáhli kanci plemene pietrain, 91,62 mld. ( $P < 0,05$ ). Nejnižší průměr celkového počtu spermií byl zjištěn u kanců přeštického černostrakatého, kteří vyprodukovali 67,93 mld. spermií. Druhého nejnižšího celkového počtu spermií dosáhli kanci D × BO, 77,64 mld., rozdíl cca 10 mld. byl statisticky významný ( $P < 0,05$ ). Výsledky sledovaných kanců plemene pietrain byly v porovnání s výsledky autorů KNECHT *et al.* (2017) a WYSOKINSA a KONDRACKI (2013) téměř stejné. SMITAL (2009) a WOLF (2009) u kanců pietrain zjistili o cca 25 mld. vyšší celkový počet spermií, než byl u sledovaných kanců. SMITAL (2009) a WOLF (2009) u většiny uváděných genotypů zaznamenali celkový počet spermií přesahující 100 mld. spermií. Ze sledovaných genotypů žádný tuto hranici nepřekonal.

**Tabulka 19. Vliv genotypu na celkový počet spermií (mld.)**

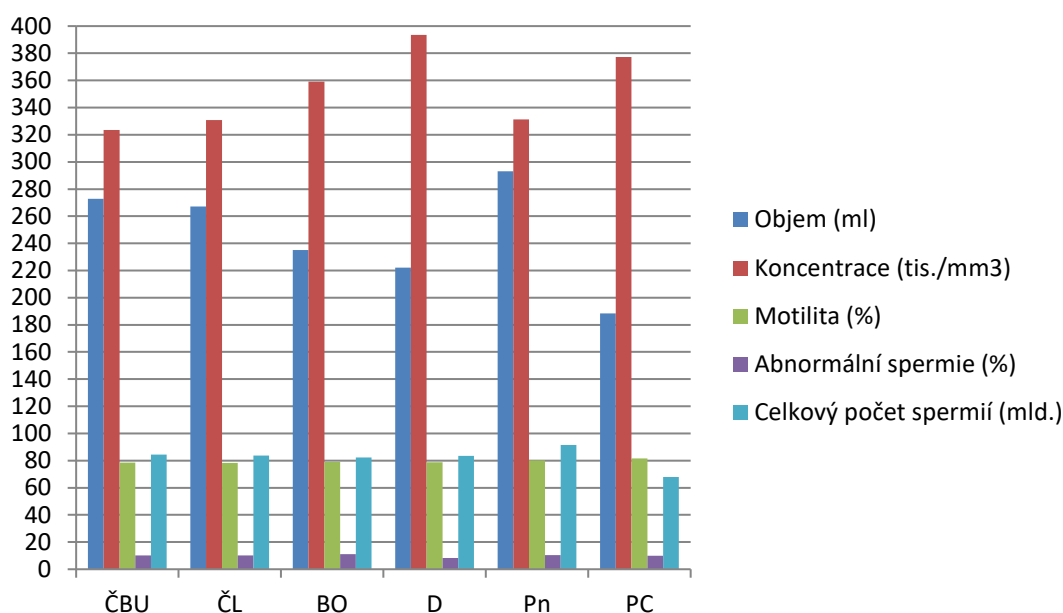
	N kanců	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
ČBU	79	2 103	84,4 <sup>a</sup>	4,00	244,02	30,56	36
ČL	81	2 472	83,8 <sup>a</sup>	20,10	292,50	30,93	37
BO	11	235	82,2 <sup>a,b</sup>	21,00	236,38	35,68	43
D	53	1 112	83,5 <sup>a</sup>	17,50	250,00	32,91	39
Pn	42	1 222	91,6 <sup>d</sup>	17,28	197,11	31,17	34
PC	15	405	67,9 <sup>c</sup>	18,00	169,68	26,27	39
BO × Pn	102	4 263	86,3 <sup>a</sup>	5,25	230,30	29,04	34
Pn × BO	9	559	85,2 <sup>a</sup>	20,50	165,75	24,16	28
D × BO	57	2 659	77,6 <sup>b</sup>	4,79	215,33	25,49	33
D × Pn	53	2 641	94,5 <sup>d</sup>	22,50	220,40	29,12	31
75 Pn × 25 BO	2	123	79,4 <sup>a,b,c</sup>	20,50	200,60	30,82	39

<sup>a,b,c,d</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

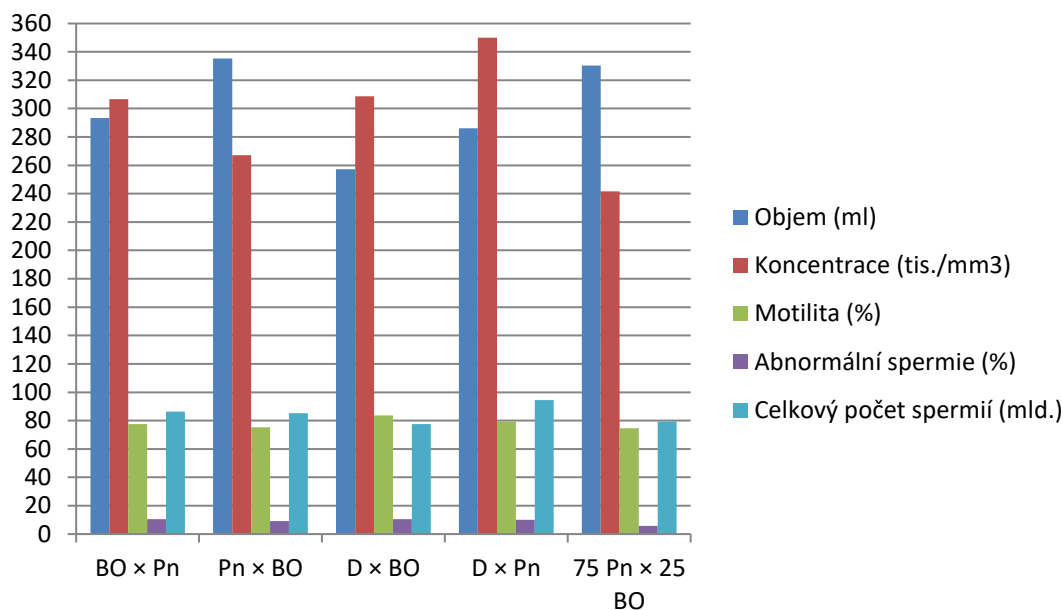
### 5.2.6 Parametry spermatu podle genotypu

Z grafu 1 je patrné, že kanci plemene pietrain dosáhli nejvyššího celkového počtu spermií, zejména díky vysoké hodnotě objemu spermatu. Koncentrace spermií u těchto kanců byla nízká. Potvrdil se zde jev, který popsali GÓRSKI *et al.* (2016) a KONDRACKI *et al.* (2012), kdy při zvyšujícím se objemu spermatu klesá koncentrace spermií. Kanci duroc dosáhli nejnižšího podílu abnormálních spermií ze sledovaných plemen (P<0,05). ČEŘOVSKÝ *et al.* (2007) popsali, že počet abnormálních spermií je poměrně konstantní ukazatel, který je ovlivněn dědičným základem kance.

**Graf 1. Vliv plemene (genotypu) na parametry spermatu**



**Graf 2. Vliv hybridní kombinace (genotypu) na parametry spermatu**



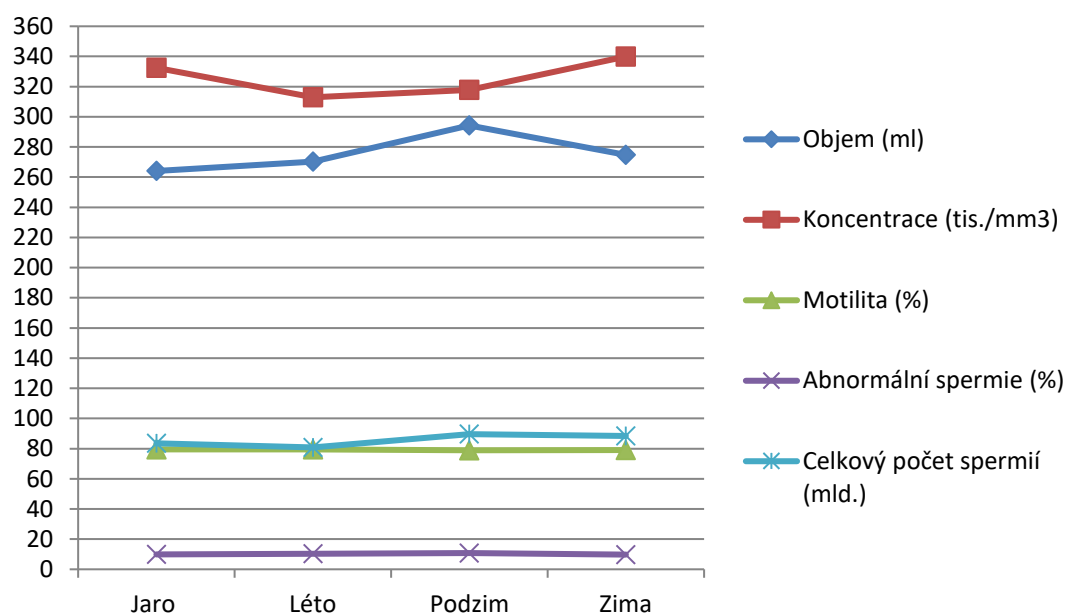
Z grafu 2 je patrné, že kanci kombinací plemen bílé otcovské a pietrain, přes rozdíly v objemu spermatu a koncentrace spermií, dosáhli vyrovnaných hodnot celkového množství spermií. Hybridní kanci se zastoupením plemene duroc dosáhli nejvyššího (D × Pn) i nejnižšího (D × BO) celkového počtu spermií, kanci D × BO dosáhli nejvyšší motility ze všech sledovaných hybridních kombinací.



## 5.3 Vliv ročního období na parametry spermatu

Z grafu 3 je patrné, že v období podzim a zima dosáhl objem i celkový počet spermií vysokých hodnot, koncentrace dosahuje svého maxima v zimě. Změny kvalitativních parametrů spermatu, přestože jsou mezi létem a podzimem významné rozdíly ( $P < 0,01$ ), jsou z praktického pohledu zanedbatelné vzhledem k produkci kanců.

Graf 3. Vliv ročního období na parametry spermatu



### 5.3.1 Vliv ročního období na objem spermatu

Objem spermatu se v průběhu roku měnil, nejnižší průměrné hodnoty 264,1 ml bylo dosaženo v jarním období, nárůst následoval v letním období, maxima 294,3 ml spermatu bylo dosaženo na podzim, v zimním období došlo k poklesu na úroveň letního období. Statisticky velmi významný rozdíl ( $P < 0,01$ ) byl zaznamenán mezi minimem na jaře vs. léto, zima vs. maximum na podzim. GÓRSKI *et al.* (2017b) a PETROCELLI *et al.* (2015) uvedli, že kanci produkovali minimální objem spermatu v jarním období, čímž se shodli se sledovanými kanci. FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) a CHINCHILLA-VARGAS *et al.* (2018) zjistili minimum v letním a zimním období. V maximu objemu spermatu na podzim se zmínění autoři shodují, s výjimkou KNECHT *et al.* (2014), kteří uvedli maximum v létě.

**Tabulka 20. Vliv ročního období na objem spermatu (ml)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
Jaro	4 872	264,1 <sup>a</sup>	45	660	93,21	35
Léto	4 719	270,2 <sup>b</sup>	60	690	91,26	34
Podzim	3 280	294,3 <sup>c</sup>	50	740	102,30	35
Zima	4 923	274,7 <sup>b</sup>	36	780	101,52	37

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01)

### 5.3.2 Vliv ročního období na koncentraci spermií

Z tabulky 21 je patrné, že maximální (P<0,01) průměrné hodnoty koncentrace spermií dosáhli kanci v zimním období 339,9 tis./mm<sup>3</sup>, oproti minimální průměrné koncentraci spermií dosažené v letním období 312,9 tis./mm<sup>3</sup> i podzimním obdobím 317,9 tis./mm<sup>3</sup>. KNECHT *et al.* (2014), GÓRSKI *et al.* (2017b) a PETROCELLI *et al.* (2015) popsali maxima v zimním období. Minima v koncentraci spermií, mimo CHINCHILLA-VARGAS *et al.* (2018), popisují autoři uvedení v tabulce 4 v období léta a podzimu. Sledovaní kanci dosáhli minima v letním období.

**Tabulka 21. Vliv ročního období na koncentraci spermií (tis./mm<sup>3</sup>)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
Jaro	4 872	332,4 <sup>a</sup>	100	940	107,76	32
Léto	4 719	312,9 <sup>b</sup>	20	829	99,27	32
Podzim	3 280	317,9 <sup>b</sup>	34	993	98,47	31
Zima	4 923	339,9 <sup>c</sup>	100	957	113,13	33

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01)

### 5.3.3 Vliv ročního období motilitu spermií

Motilita spermií se v průběhu roku zásadně neměnila. Maximální (P<0,01) průměrné hodnoty bylo dosaženo na jaře 79,5 %, minimální hodnoty bylo dosaženo na podzim 78,9 %. Obdobného výsledku dosáhli i FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) a GÓRSKI *et al.* (2017b), kteří shledali minimum na podzim a maximum na jaře, resp. GÓRSKI *et al.* (2017b) na jaře a v létě. Rozdíl v motilitě spermií mezi jarem a podzimem dosáhl u autorů FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) více než 8 % a GÓRSKI *et al.* (2017b) více než 4 %, u sledovaných kanců pouze 0,6 %

**Tabulka 22. Vliv ročního období na motilitu spermií (%)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
Jaro	4 872	79,5 <sup>a</sup>	30	90	6,28	8
Léto	4 719	79,4 <sup>a,b</sup>	50	90	6,38	8
Podzim	3 280	78,9 <sup>c</sup>	30	90	6,26	8
Zima	4 923	79,1 <sup>b,c</sup>	25	90	6,32	8

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,01$ )

### 5.3.4 Vliv ročního období na podíl abnormálních spermií

Hodnoty abnormálních spermií byly okolo 10 %. Sledování kanci dosáhli maxima na podzim 10,76 % ( $P < 0,01$ ) a minima na jaře a v zimě. BARRACO *et al.* (2013) uvádějí rozdíl mezi minimem v jarním období (5,85 %) a maximem v letním období (11,79 %), PETROCELLI *et al.* (2015) uvádí minimum v letním a zimním období, maximum na jaře a podzimu, přičemž rozdíl minima a maxima byl více jak 10 %. FRYDRYCHOVÁ *et al.* (2014) uvedli nejvyšší výskyt abnormálních spermií v létě, s možným zdůvodněním vyšších teplot v letním období. Sledování kanci produkovali více abnormálních spermií v letním období, nejvíce v podzimním období. Vzhledem k délce vývoje spermie a variabilitě průběhu ročních období, je maximum u sledovaných kanců v období podzimu pochopitelné.

**Tabulka 23. Vliv ročního období na podíl abnormálních spermií (%)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
Jaro	4 872	9,90 <sup>a</sup>	0	77	4,21	43
Léto	4 719	10,25 <sup>b</sup>	0	49	4,63	45
Podzim	3 280	10,76 <sup>c</sup>	0	59	4,95	46
Zima	4 923	9,74 <sup>a</sup>	0	51	4,49	46

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,01$ )

### 5.3.5 Vliv ročního období na celkový počet spermií

Celkový počet spermií se během roku měnil, nejvyššího celkového počtu spermií bylo zaznamenáno na podzim 89,6 mld. a v zimě 88,3 mld. ( $P < 0,01$ ), nejnižší na jaře, pokles mezi zimou a jarem byl 4,7 mld. spermií ( $P < 0,01$ ). Nejnižší celkový počet spermií byl zaznamenán v letním období 80,8 mld. spermií ( $P < 0,01$ ). GÓRSKI *et al.* (2017b) popsali maximální rozdíl v celkovém počtu spermií mezi ročními obdobími přes 14 mld. spermií, ARGENTI *et al.* (2018) zjistili rozdíl mezi létem a podzimem téměř 18 mld. celkového počtu spermií. Sledování kanci dosáhli maximálního rozdílu mezi ročními obdobími, téměř 9 mld.

**Tabulka 24. Vliv ročního období na celkový počet spermií (mld.)**

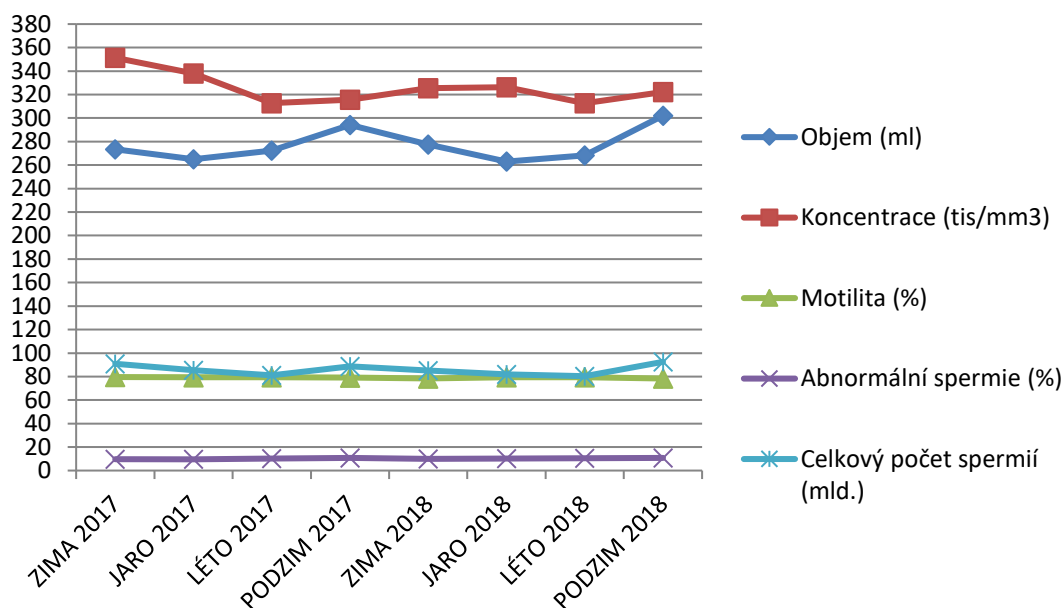
	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
Jaro	4 872	83,6 <sup>a</sup>	10,20	292,50	29,26	35
Léto	4 719	80,8 <sup>b</sup>	5,25	236,38	27,86	34
Podzim	3 280	89,6 <sup>c</sup>	4,79	238,14	30,91	34
Zima	4 923	88,3 <sup>c</sup>	4,00	263,50	30,84	35

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,01$ )

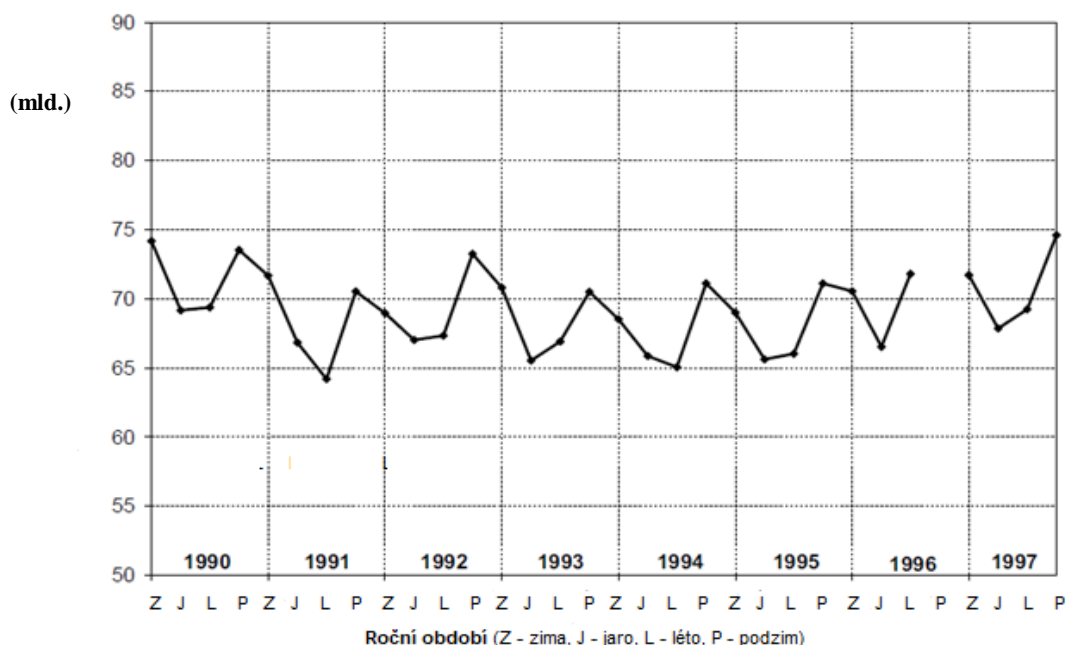
### 5.3.6 Parametry spermatu podle sezóny

Z grafu 4 je patrné, že jednotlivé parametry spermatu mají v letech 2017 a 2018 obdobný průběh. Jedinou výjimkou je koncentrace spermií v zimě 2018, kdy došlo k narušení trendu, ročníkového maxima které se posunulo do období jara 2018, ale v nižší hodnotě než v roce 2017. Tento pokles koncentrace v zimě 2018, přímo dopadl i na celkový počet spermií, kdy se maximum roku 2018 pro tento parametr posunulo do podzimu 2018. SMITAL *et al.* (2004) v grafu 5 popsali trendy v počtu životaschopných spermií v různých letech.

**Graf 4. Sezónní variabilita parametrů spermatu**



Graf 5. Sezónní variabilita počtu životaschopných spermíí (Smital *et al.*, 2004)



## 5.4 Vliv věku na parametry spermatu

### 5.4.1 Vliv věku na objem spermatu

Věk kance ovlivňuje objem spermatu u sledovaných kanců. Nejnižší objem spermatu produkovali kanci do věku 1 roku 222,0 ml ( $P < 0,01$ ), postupný, statisticky významný ( $P < 0,01$ ) nárůst průměrného objemu spermatu rostl u každé věkové kategorie do maxima 310,8 ml u kanců ve věku 3 až 4 roky. Kanci starší 4 let (49-101 měsíců) produkovali v průměru 280,4 ml spermatu, došlo tedy ke snížení objemu o 30 ml ( $P < 0,01$ ). Vliv věku na objem spermatu prokázali i autoři uvedení v tabulce 9. KNECHT *et al.* (2017) popsali růst objemu spermatu u sledovaných věkových kategorií do věku 19 až 24 měsíců, starší věkové kategorie kanců vykazovaly obdobný ( $P < 0,01$ ) objem spermatu. TERESZKIEWICZ a POKRYWKA (2019) prokázali rozdíl ( $P < 0,01$ ) mezi kanci do 1 roku věku a 1 až 2 roky, kategorie kanců nad 2 roky se nelišila od kategorie 1 až 2 roky věku kanců. Objem spermatu byl při zařazení do reprodukce nízký a koncentrace spermíí je vysoká (JANKEVICIUTE a ZILINSKAS, 2002).

**Tabulka 25. Vliv věku kanců na objem spermatu (ml)**

Věk (roky)	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
≤ 1	2 398	222,0 <sup>a</sup>	36	550	78,47	35
1 ≤ 2	6 858	265,9 <sup>b</sup>	48	660	94,15	35
2 ≤ 3	3 931	297,3 <sup>c</sup>	40	780	98,74	33
3 ≤ 4	1 882	310,8 <sup>d</sup>	76	660	102,69	33
>4	2 725	280,4 <sup>e</sup>	78	720	86,18	31

<sup>a,b,c,d,e</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01)

#### 5.4.2 Vliv věku na koncentraci spermií

Z tabulky 26 je patrné, že nejvyšší koncentrace spermií bylo dosaženo u kategorie 1 až 2 roky života kanců, 334,5 tis./mm<sup>3</sup>, nejnižší koncentrace spermií bylo dosaženo v kategorii o rok starší, mezi 2 a 3 rokem života s průměrnou koncentrací 319,3 tis./mm<sup>3</sup>, tento propad o více než 15 % byl statisticky velmi významný (P<0,01). Sledování kancí v porovnání s výsledky autorů uvedených v tabulce 10 dosáhli výrazně nižší koncentrace spermií až o 180 tis./mm<sup>3</sup> při stejném věku. Relativně konstantní koncentraci spermií (obdobnou se sledovanými kanci) v průběhu života kanců uvádějí TERESZKIEWICZ a POKRYWKA (2019). Mladší kanci dosahují nejvyšších hodnot koncentrace spermií, a s věkem tento parametr klesá (KNECHT et al., 2017). Toto tvrzení sledování kancí nepotvrdili.

**Tabulka 26. Vliv věku na koncentraci spermií (tis./mm<sup>3</sup>)**

Věk (roky)	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
≤ 1	2 398	320,5 <sup>a</sup>	54	870	106,75	33
1 ≤ 2	6 858	334,5 <sup>b</sup>	34	993	108,35	32
2 ≤ 3	3 931	319,3 <sup>a</sup>	20	986	102,07	32
3 ≤ 4	1 882	325,4 <sup>a,b</sup>	110	957	103,03	32
>4	2 725	326,8 <sup>a,b</sup>	100	958	105,45	32

<sup>a,b</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01)

#### 5.4.3 Vliv věku na motilitu spermií

Z tabulky 27 je patrné, že minimální průměrné hodnoty motility spermií dosáhli kanci do 1 roku věku (P<0,01) v porovnání s kanci mezi 1. a 4. rokem života, kteří mají téměř konstantní průměrnou motilitu spermií v rozmezí 79,4 a 79,8 %, s maximem mezi 2. a 3. rokem života. Kanci starší 4 let produkovali sperma s průměrnou motilitou 78,8 %, což představuje propad o 0,6 % (P<0,01) oproti kancům ve věku 3 až 4 roky. Sledování kancí dosáhli průměrné hodnoty motility,

téměř se shodující s KONDRACKI *et al.* (2005), a v porovnání s TERESZKIEWICZ a POKRYWKA (2019) dosáhli o více než 10 % lepší průměrné hodnoty motility spermií.

**Tabulka 27. Vliv věku na motilitu spermií (%)**

Věk (roky)	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
≤ 1	2 398	77,8 <sup>a</sup>	70	90	5,67	7
1 ≤ 2	6 858	79,6 <sup>b</sup>	25	90	6,45	8
2 ≤ 3	3 931	79,8 <sup>b</sup>	40	90	6,19	8
3 ≤ 4	1 882	79,4 <sup>b</sup>	30	90	6,22	8
>4	2 725	78,8 <sup>c</sup>	60	90	6,58	8

<sup>a,b,c...</sup>Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01)

#### 5.4.4 Vliv věku na podíl abnormálních spermií

Sledování kanci dosáhli příznivých hodnot v podílu abnormálních spermií ve všech sledovaných věkových kategoriích. Nejnižší (P<0,01) průměrné hodnoty 9,82 % abnormálních spermií dosáhli kanci od 1 do 2 let věku v porovnání s nejvyšším podílem abnormálních spermií 10,61 % u kanců ve věku 2 až 3 roky. Ostatní věkové kategorie dosáhly průměrného podílu abnormálních spermií od 10,07 % do 10,28 %, nebyl mezi nimi shledán statisticky významný rozdíl (P<0,01). Vlivem věku na podíl abnormálních spermií se zabývali SCHULZE *et al.* (2014), ti ovšem popisují průměrný výskyt abnormálních spermií převyšující 20 % u každé z jejich sledované skupiny. GAMČÍK a KOZUMPLÍK (1984) a KLIMENT *et al.* (1989) popisují maximum abnormálních spermií vhodné pro použití v inseminaci 20 %, ŘÍHA *et al.* (2003) až 25 %. ŠTVERÁK (2018) ve své práci popisuje podíl nezralých (abnormálních) spermií v negativní korelaci s počtem všech narozených selat ( $r = -0,28$ ; P<0,05) a s počtem živě narozených selat ( $r = -0,28$ ; P<0,05).

**Tabulka 28. Vliv věku na podíl abnormálních spermií (%)**

Věk (roky)	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
≤ 1	2398	10,28 <sup>a,b</sup>	0	77	4,44	43
1 ≤ 2	6858	9,82 <sup>c</sup>	0	49	4,23	43
2 ≤ 3	3931	10,61 <sup>b</sup>	0	59	4,66	44
3 ≤ 4	1882	10,07 <sup>a,c</sup>	0	33	4,49	45
>4	2725	10,20 <sup>a</sup>	0	58	5,23	51

<sup>a,b,c...</sup>Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P < 0,01)

Výsledky vlivu věku kanců (tabulka 28) na výskyt abnormálních spermií se neshodují s výsledky KAMANOVÉ (2016), která popsala podíl patologických spermií, který se zvyšoval s věkem, a to až do dosažení věku 3 let. Sperma kanců do 1 roku věku obsahovalo v průměru 6,91 % patologických spermií. Ve věku kanců od 1 do 2 let následoval nárůst na 8,38 % patologických spermií ( $P < 0,001$ ). U kanců od 2 do 3 let nárůst pokračoval na hodnotu 9,76 % ( $P < 0,001$ ). Sperma kanců věkové kategorie 3 až 4 roky obsahovalo v průměru 9,18 % patologických spermií, což je statisticky neprůkazné snížení ve srovnání s kategorií kanců o rok mladších.

#### **5.4.5 Vliv věku na celkový počet spermií**

V tabulce 29 je vyhodnocen vliv věku na celkový počet spermií (mld.), nejnižšího ( $P < 0,01$ ) průměrného celkového počtu spermií bylo dosaženo u kanců mladších 1 roku věku, kteří dosáhli 68,1 mld. spermií. Celkový počet spermií s věkem prokazatelně rostl ( $P < 0,01$ ) do 3 až 4 let věku sledovaných kanců a dosáhl maxima 95,7 mld. s nejnižší hodnotou variačního koeficientu. Nutno však podotknout, že kanci od 3 do 4 let věku mají ze všech věkových kategorií nejnižší počet odběrů a tak je reálné, že tohoto věku se dožili pouze kanci produkující velké množství spermií. U kanců starších 4 let dochází k prokazatelnému poklesu celkového počtu spermií na 88,3 mld.

Mladí kanci do 1 roku věku měli srovnatelný průměrný celkový počet spermií s výsledky, které uvádí TERESZKIEWICZ a POKRYWKA (2019), SCHULZE *et al.* (2014) a KONDRACKI *et al.* (2005). TERESZKIEWICZ a POKRYWKA (2019) zjistili pro kance starší dvou let průměrný celkový počet spermií 77,80 mld., KNECHT *et al.* (2017) uvádějí pro kance 25-30 měsíců 95,64 mld. Této hodnoty dosáhli sledovaní kanci až ve věku 3 až 4 roky (95,7 mld.). KONDRACKI *et al.* (2005) udávají pro kance starší 18 měsíců průměrný celkový počet spermií 108,02 mld., přičemž této hodnoty nedosáhla žádná věková skupina ze sledovaných kanců.

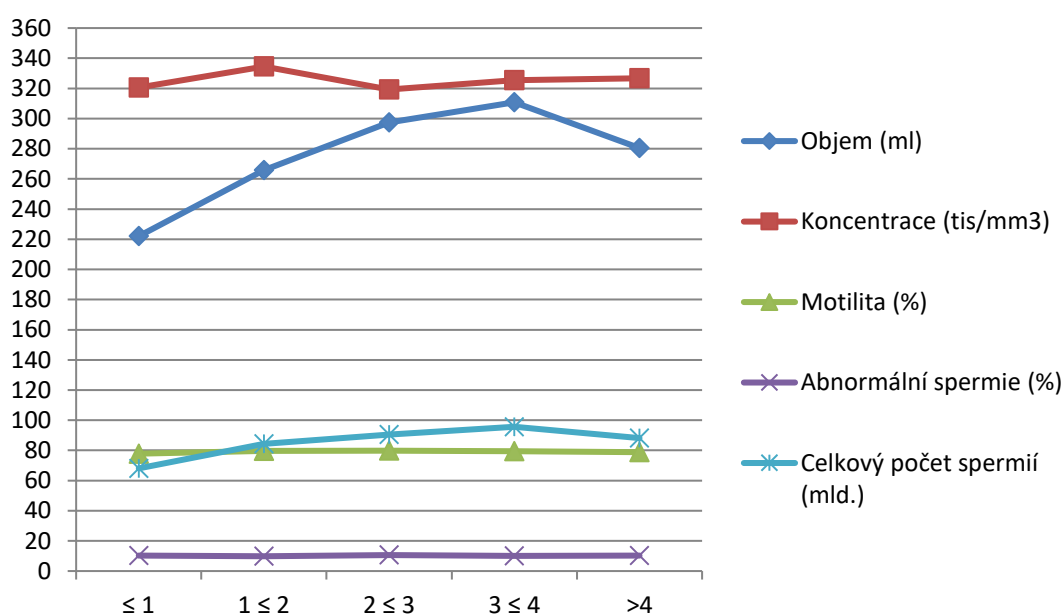


**Tabulka 29. Vliv věku na celkový počet spermii (mld.)**

Věk (roky)	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
≤ 1	2 398	68,1 <sup>a</sup>	10,20	189,00	24,87	37
1 ≤ 2	6 858	84,4 <sup>b</sup>	4,79	224,02	29,16	35
2 ≤ 3	3 931	90,5 <sup>c</sup>	4,00	292,50	30,07	33
3 ≤ 4	1 882	95,7 <sup>d</sup>	20,50	263,50	29,28	31
>4	2 725	88,3 <sup>e</sup>	18,00	231,00	29,15	33

<sup>a,b,c,d,e</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,01)

**Graf 6. Vliv věku (roky) na parametry spermatu**



V grafu 6 je zjevný nárůst objemu spermatu kanců do 4 let věku s poklesem u kanců starších 4 let. Tento pokles by byl zřejmě ještě markantnější, ale uvedená věková kategorie má dominantní zastoupení hybridních kanců, zejména BO × Pn, kteří dosáhli vysokého objemu spermatu. Koncentrace spermii dosahuje maxima u kanců mezi 1 a 2 roky věku, poté klesá a opět narůstá. Nebyl statisticky významný rozdíl v koncentraci spermii mezi kanci ve věku 1 až 2 roky a kanci staršími 3 let, nelze tak souhlasit s KNECHT *et al.*(2017), kteří zjistili, že mladší kanci dosahují nejvyšších hodnot koncentrace spermii a s věkem tento parametr klesá. Vzhledem k relativně konstantní koncentraci spermii a změnám v objemu spermatu, kopíruje celkový počet spermii trend objemu spermatu. Motilita spermii a podíl abnormálních spermii nedosahují z praktického hlediska výrazných rozdílů

mezi jednotlivými věkovými kategoriemi, přestože jsou mezi nimi statisticky významné rozdíly ( $P < 0,01$ ).

## 5.5 Vliv inseminační stanice na parametry spermatu

### 5.5.1 Vliv inseminační stanice na objem spermatu

Mezi sledovanými inseminačními stanicemi byly prokazatelné rozdíly ( $P < 0,05$ ), minimální průměrné hodnoty dosáhli kanci ustájení ve stanici G, kteří vyprodukovali v průměru 257,0 ml spermatu, maxima v průměru spermatu dosáhli kanci ze stanice D s 286,3 ml. Tyto rozdíly mohly být způsobeny rozdílným zastoupením genotypů a věkem kanců v jednotlivých inseminačních stanicích.

Tabulka 30. Vliv inseminační stanice na objem spermatu (ml)

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
A	4 970	267,9 <sup>a</sup>	40	720	103,73	35
B	2 888	277,5 <sup>b</sup>	86	647	89,22	32
C	2 434	286,3 <sup>c</sup>	36	540	86,15	36
D	3 736	280,1 <sup>b,c</sup>	80	780	91,09	33
E	720	274,0 <sup>a,b</sup>	60	610	105,46	39
F	772	265,2 <sup>a,b</sup>	100	580	76,46	34
G	542	257,0 <sup>a</sup>	80	574	102,15	38
H	1 732	266,2 <sup>a</sup>	80	660	98,80	37

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné ( $P < 0,05$ )

### 5.5.2 Vliv inseminační stanice na koncentraci spermií

Kanci, chovaní v různých inseminačních stanicích, dosáhli rozdílných průměrných hodnot koncentrace spermií. Nejnižší průměrné hodnoty koncentrace spermií bylo dosaženo ve stanici D 318,3 tis./mm<sup>3</sup> ( $P < 0,05$ ), nejvyšší průměrné koncentrace spermií bylo dosaženo ve stanici F 345,7 tis./mm<sup>3</sup>. Rozdíly mezi průměrnými hodnotami u sledovaných inseminačních stanic nepřesahují 30 tis./mm<sup>3</sup>, tento rozdíl může být způsobeno odlišným zastoupením genotypů kanců v jednotlivých inseminačních stanicích.

**Tabulka 31. Vliv inseminační stanice na koncentraci spermií (tis/mm<sup>3</sup>)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
A	4 970	327,6 <sup>a,b</sup>	54	795	83,48	30
B	2 888	331,6 <sup>b,c</sup>	108	957	121,65	34
C	2 434	320,7 <sup>a,d</sup>	110	910	127,10	34
D	3 736	318,3 <sup>d</sup>	211	986	65,29	20
E	720	332,2 <sup>a,b,c,d</sup>	100	780	136,21	38
F	772	345,7 <sup>c</sup>	300	520	42,37	11
G	542	326,8 <sup>a,b,c,d</sup>	150	750	110,65	29
H	1 732	331,5 <sup>a,b,c</sup>	20	993	103,47	35

<sup>a,b,c,d</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### 5.5.3 Vliv inseminační stanice na motilitu spermií

Motilita spermií při odběru byla rozdílná, jednotlivé inseminační stanice ovšem dosáhly téměř konstantních hodnot motility, neboť variační koeficient se pohyboval v rozpětí 2 až 7 %. Minimální průměrné hodnoty motility bylo dosaženo v inseminační stanici D 78,6 % (P<0,05), maxima v průměrné hodnotě motility dosáhla inseminační stanice G 80,4 %.

**Tabulka 32. Vliv inseminační stanice na motilitu spermií (%)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
A	4 970	79,0 <sup>b,c</sup>	25	80	2,07	3
B	2 888	79,6 <sup>a</sup>	40	90	3,47	4
C	2 434	78,9 <sup>b,c</sup>	50	90	4,32	5
D	3 736	78,6 <sup>c</sup>	80	90	4,95	6
E	720	79,7 <sup>a,b</sup>	70	90	5,26	7
F	772	79,7 <sup>a,b</sup>	75	85	2,43	3
G	542	80,4 <sup>a</sup>	70	90	3,68	5
H	1 732	80,1 <sup>a</sup>	70	85	1,85	2

<sup>a,b,c</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### 5.5.4 Vliv inseminační stanice na podíl abnormálních spermií

Mezi inseminačními stanicemi byly v podílu abnormálních spermií minimální rozdíly. Minimální hodnota 9,8 % byla zjištěna v inseminační stanici A, maxima dosáhli kanci v inseminační stanici H, 10,7 % (P<0,05).

**Tabulka 33. Vliv inseminační stanice na podíl abnormálních spermií (%)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
A	4 970	9,8 <sup>a</sup>	1	15	2,58	26
B	2 888	10,1 <sup>a</sup>	0	77	5,87	58
C	2 434	10,1 <sup>a</sup>	0	58	6,10	60
D	3 736	10,0 <sup>a</sup>	0	25	3,14	31
E	720	10,3 <sup>a,b</sup>	3	36	6,95	67
F	772	10,2 <sup>a,b</sup>	0	10	1,01	10
G	542	10,4 <sup>a,b</sup>	0	25	2,75	26
H	1 732	10,7 <sup>b</sup>	0	25	3,98	37

<sup>a,b</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### 5.5.5 Vliv inseminační stanice na celkový počet spermií

Mezi inseminačními stanicemi byly rozdíly v celkovém počtu spermií z jednoho odběru. Kanci ve stanici G vyprodukovali v průměru nejnižší počet spermií, 80,4 mld. Kanci ustájení ve stanici F vyprodukovali nejvyšší průměrný počet spermií 87,2 mld. Maximální rozdíl v celkovém počtu spermií byl cca 7 mld. (P<0,05) spermií. Tento rozdíl může být zapříčiněn rozdílným zastoupením jednotlivých genotypů a věkem kanců a může mít dopad na počet vytvořených inseminačních dávek z jednoho odběru.

**Tabulka 34. Vliv inseminační stanice na celkový počet spermií (mld.)**

	N odběrů	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	VK (%)
A	4 970	84,1 <sup>a,c</sup>	4,00	292,50	26,22	31
B	2 888	87,5 <sup>b</sup>	18,00	194,45	28,95	33
C	2 434	86,5 <sup>a,b</sup>	17,50	222,60	28,81	33
D	3 736	84,6 <sup>a,c</sup>	24,00	202,88	26,29	31
E	720	86,5 <sup>a,b</sup>	10,20	250,00	41,78	48
F	772	87,2 <sup>a,b</sup>	34,00	220,40	30,60	35
G	542	80,4 <sup>c</sup>	17,28	263,50	43,63	54
H	1 732	84,7 <sup>a,c</sup>	4,79	218,40	32,37	38

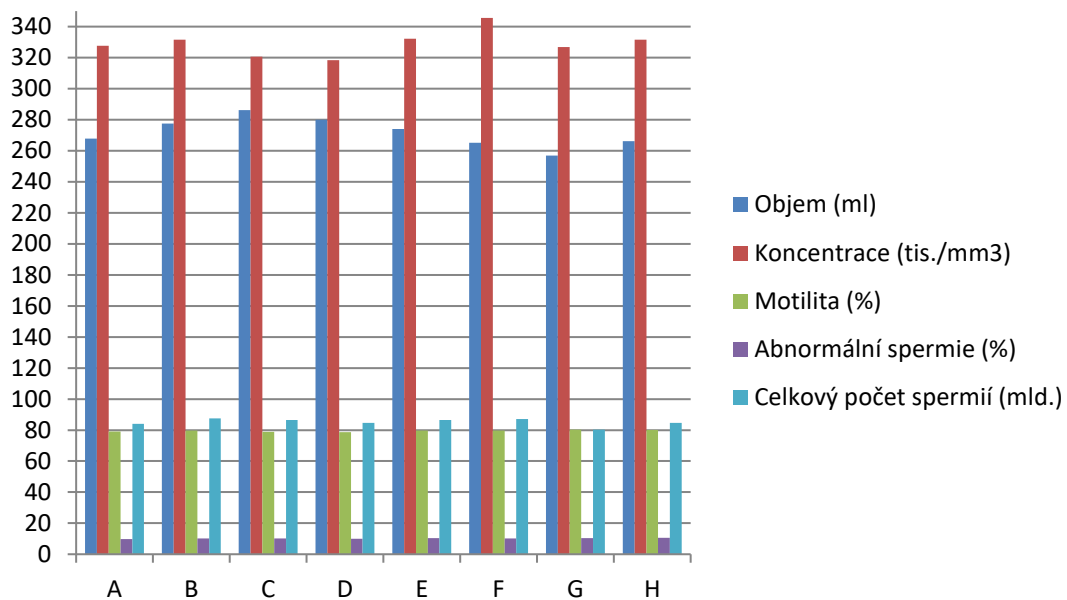
<sup>a,b</sup> Průměry s různými písmeny jsou statisticky významné (P<0,05)

### 5.5.6 Parametry spermatu podle inseminační stanice

Z grafu 7 je zřejmé, že inseminační stanice v České republice chovají kance s obdobnými parametry spermatu. Přes prokazatelné rozdíly (P<0,05) v objemu a koncentraci spermatu mezi inseminačními stanicemi, byla celková produkce spermatu, s výjimkou stanice G, poměrně vyrovnaná. Motilita a podíl abnormálních

spermíí u sledovaných inseminačních stanic, přes prokazatelné ( $P < 0,05$ ) rozdíly nemají pro produkci kanců praktický význam, neboť tyto rozdíly nepřevyšují 2 %.

**Graf 7. Parametry spermatu podle inseminační stanice**



## 6. Závěr a doporučení pro praxi

Cílem práce bylo u kanců, chovaných v inseminačních stanicích v České republice, zhodnotit vliv plemenné příslušnosti (genotypu), věku, ročního období a inseminační stanice na kvantitativní (objem spermatu, koncentrace a celkový počet spermií) a kvalitativní (motilita a podíl abnormálních spermií) parametry spermatu v letech 2017 a 2018.

### **Objem spermatu**

Objem spermatu byl u sledovaných kanců ovlivněn genotypem. Mezi plemeny dosáhli nejvyšší hodnoty kanci plemene pietrain 293,11 ml, mezi hybridními kanci dosáhli nejvyšší hodnoty kanci v kombinaci s plemenem pietrain, konkrétně Pn × BO s 335,3 ml spermatu, obdobně kanci 75 % Pn × 25 % BO. Četnost byla u těchto hybridních kombinací ovšem nízká. Nejnižší objem spermatu ( $P < 0,05$ ) byl zaznamenán u kanců plemene přeštické černostrakaté 188,5 ml, kdy vzhledem k zařazení plemene do genových rezerv a velkému podílu přirozené plemenitby u tohoto plemene, lze tento výsledek považovat za dostačující. Druhého nejnižšího objemu mezi plemeny dosáhli kanci duroc 222,2 ml. Pro kance plemene duroc byl objem spermatu limitujícím faktorem pro produkci. Během roku došlo ke změnám v objemu spermatu, minima bylo dosaženo na jaře 264,1 ml ( $P < 0,01$ ), maxima v zimě 294,3 ml. Objem spermatu statisticky velmi významně ( $P < 0,01$ ) rostl s každým rokem u věkových kategorií kanců do 4 let věku, u kanců starších 4 let došlo k poklesu o 30 ml ( $P < 0,01$ ). Vliv inseminační stanice na objem spermatu byl cca 30 ml ( $P < 0,05$ ), ale vzhledem k faktu, že jednotlivé stanice měly různé zastoupení jednotlivých genotypů a věkových kategorií kanců, nemusí mít tento výsledek praktický dopad.

### **Koncentrace spermií**

Koncentrace spermií byla ovlivněna genotypem kanců. Mezi genotypy byly rozdíly převyšující 100 tis./mm<sup>3</sup> ( $P < 0,05$ ). Vysokých hodnot dosáhla plemena s nízkým objemem spermatu. Během roku došlo ke změnám v koncentraci spermií, s minimem ( $P < 0,01$ ) v létě a na podzim a maximem v zimě, tento fakt je způsoben zřejmě fotoperiodismem, tato změna však neměla na produkci kanců praktický dopad. Sledování kanci měli v různém věku poměrně vyrovnanou koncentraci spermií. Rozdíly dosahující téměř 30 tis./mm<sup>3</sup> mezi inseminačními stanicemi byly

statisticky významné ( $P < 0,05$ ). Tyto rozdíly byly zřejmě způsobeny rozdílným zastoupením jednotlivých genotypů.

### ***Motilita spermií***

Motilita spermií byla u sledovaných kanců na dobré úrovni a mimo dvě hybridní kombinace (75 % Pn × 25 % BO, Pn × BO) převyšovala průměrná motilita spermií 77 %. Mezi genotypy byly statisticky významné rozdíly ( $P < 0,05$ ) převyšující 5 %, což již může mít praktický vliv na konečnou produkci. Rozdíl menší než 1 % ( $P < 0,01$ ) motility během roku mezi létem a podzimem neměl praktický význam. Věk kance ovlivnil motilitu spermií, nejnižší ( $P < 0,01$ ) byl u nejmladších kanců, kanci mezi 1 a 4 lety měli nejlepší hodnoty motility.

### ***Abnormální spermie***

Podíl abnormálních spermií u většiny sledovaných genotypů kanců byl obdobný. Nízký ( $P < 0,05$ ) podíl abnormálních spermií byl zaznamenán u kanců 75 % Pn × 25 % BO, Pn × BO, jejichž četnost byla ovšem nízká. Během roku byly zaznamenány rozdíly přes 0,8 % ( $P < 0,01$ ) v podílu abnormálních spermií maximální hodnoty bylo dosaženo na podzim, minima v zimě. Rozdíl 0,8 % v podílu abnormálních spermií byl statisticky velmi významný ( $P < 0,01$ ), minima bylo dosaženo ve věku 1 až 2 roky, maxima u věkové kategorie 2 až 3 roky. Vzhledem k nárůstu podílu abnormálních spermií a redukci počtu odběrů, potažmo kanců, lze následný pokles u kanců starších 3 let zdůvodnit vyřazováním kanců s vysokým podílem abnormálních spermií.

### ***Celkový počet spermií***

Mezi genotypy byly rozdíly převyšující 25 mld. ( $P < 0,05$ ) spermií. Maxima mezi plemeny dosáhli kanci pietrain, mezi hybridními kanci D × Pn, minima kanci přeštického černostrakatého plemene a D × BO. Během roku byly zjištěny rozdíly v celkovém počtu spermií mezi jednotlivými ročními obdobími. Minima bylo dosaženo v létě 80,81 mld. ( $P < 0,01$ ), maxima na podzim 89,60 mld. a v zimě 88,31 mld. Tento cca 10 % rozdíl, v časovém horizontu na sebe navazujících ročních období, je pro praktické využití důležitý, protože může představovat rozdíl v produkci počtu inseminačních dávek z jednoho odběru. Věk kance měl vliv na celkovou produkci spermií, minima dosáhli nejmladší kanci ( $P < 0,01$ ), u každé další věkové kategorie došlo k nárůstu ( $P < 0,01$ ) celkového počtu spermií do věku 4 let, kdy kanci

mezi 3 až 4 rokem dosáhli maxima, poté následoval pokles o 7 mld. ( $P < 0,01$ ) spermii.

### ***Doporučení pro praxi***

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že mladí kanci, zařazovaní do plemnitby v jarním a letním období (zejména u plemen duroc a bílé otcovské), mohou dosahovat výrazně nízkých hodnot objemu spermatu, ale časem (věkem a ročním obdobím) dojde k jejich zlepšení. Objem spermatu sledovaných kanců je srovnatelný s výsledky jiných studií, není proto nutné šlechtit s cílem zvýšení objemu spermatu. A to zvláště v souvislosti rizika zákazu kastrace kanečků, kdy vzájemné interakce objemu spermatu, velikosti varlat a produkci androstenonu, může přinést pro budoucí produkci vepřového masa nemalé problémy.

Při zařazení kance do reprodukce by mělo dojít ke kontrole koncentrace spermii, která by měla odpovídat danému genotypu, neboť dle získaných výsledků lze usuzovat, že k výrazným změnám během života kance nedojde. Sledování kanci, v porovnání s výsledky českých i zahraničních autorů dosahovali poměrně nízké hodnoty koncentrace spermii a je zde prostor pro zlepšení tohoto parametru. Tato skutečnost může být způsobena častou frekvencí odběru spermatu.

Do plemnitby je zapotřebí zařazovat kance s co možná nejvyšší hodnotou motility spermii, která by měla do 3 let věku kance mírně vzrůst, čímž se vytvoří potenciál pro vysoký podíl motilních spermii po transportu při inseminaci prasnic, což je základní předpoklad pro úspěch inseminace.

Při každém odběru je nutné stanovit podíl abnormálních spermii, který může upozornit na zhoršený zdravotní stav kance, nebo na vychýlení podmínek mimo komfortní zónu kance, zejména ve vysoké teplotě vzduchu. Vysoké teploty nejsou v podmínkách České republiky v letním období výjimečné a délkou spermatogeneze mohou působit negativně ještě cca 2 měsíce po návratu k normálu. Podíl abnormálních spermii u kanců je zapotřebí udržet na stávající hodnotě, či zlepšit, protože abnormální spermie značně ovlivňují výsledky reprodukce prasnic.

Na základě zjištěných výsledků lze konstatovat, že mladí kanci do 1 roku věku, zařazovaní do plemnitby v jarním a letním období (zejména u plemene přeštické černostrakaté a hybridní kombinace  $D \times BO$ ), mohou dosahovat extrémně nízkého celkového počtu spermii, ale časem (věkem a ročním obdobím) by se měl



tento parametr zlepšit. Sledování kancí, v porovnání s výsledky českých i některých zahraničních studií, dosáhli poměrně nízký celkový počet spermií. Je zde tedy prostor pro zlepšení. Relativně nízký celkový počet spermií má dopad na produkci inseminačních dávek kance. Počet inseminačních dávek vyprodukovaný z jednoho odběru může ovlivnit také jejich cenu, ale i uplatnění plemeníka v populaci.

Kanci v inseminačních stanicích by měli být vybíráni s dobrým pohlavním výrazem a živým temperamentem, aby ochotně poskytovali sperma, které by mělo dosahovat co možná nejvyšší motility spermií, ideálně nízkým výskytem abnormálních spermií. Celkový počet spermií by měl dosahovat vysokých hodnot, aby bylo možné z daného odběru vyrobit velké množství inseminačních dávek.

Chovatelské podmínky i personál by měl být na vysoké úrovni, aby mohlo dojít k naplnění potencionálu kanců v jednotlivých parametrech spermatu. Hodnoty motility spermatu, by měly být hodnoceny u jednotlivých kanců i po průběhu transportu, aby bylo pro proces oplodnění garantované množství spermií v inseminační dávce.

## 7. Seznam literatury

- ARGENTI, L.E., B.S. PERMEGGIANI, G. LEIPNITZ, A. WEBER, G.R. PEREIRA and I.C. BUSTAMANTE-FILHO. Effects of season on boar semen parameters and antioxidant enzymes in the south subtropical region in Brazil. *Andrologia*. 2018, (4), 50. ISSN 0303-4569.
- BANASZEWSKA, D., S. KONDRACKI and A. WYSOKINSKA. Effect of age on the dimensions and shape of spermatozoa of Large White Polish boars. *Archiv Fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding*. 2011, 54(5), 504-514. ISSN 0003-9438.
- BANASZEWSKA, D. and S. KONDRACKI. An assessment of the breeding maturity of insemination boars based on ejaculate quality changes. *Folia Biologica-Krakov*. 2012, 60(3-4), 151-162. ISSN 0015-5497.
- BARRANCO, I., M.D. ORTEGA, M.J. MARTINEZ-ALBORCIA, J.M. VAZQUEZ, E.A. MARTINEZ and J. ROCA. Season of ejaculate collection influences the freezability of boar spermatozoa. *Cryobiology*. 2013, 67(3), 299-304. ISSN 0011-2240.
- BAŽANT, JAN. *Inseminace prasat*. Praha: Státní plemenářské podniky, 1988.
- BROEKHUIJSE, M., H. FEITSMA and B. M. GADELLA. Artificial insemination in pigs: predicting male fertility. *Veterinary Quarterly*. 2012, 32(3-4), 151-157. ISSN 0165-2176.
- BORG, K.E., D.D. LUNSRA and R.K. CHRISTENSON. Semen characteristics, testicular size, and reproductive hormone concentrations in mature duroc meishan, fengjing, and minzhu boars. *Biology of Reproduction*. 1993, 49(3), 515-521. ISSN 0006-3363.
- BURANAWIT, K. and N. IMBOONTA. Genetic parameters of semen quality traits and production traits of pure-bred boars in Thailand. *Thai Journal of Veterinary Medicine*. 2016, 46(2), 219-226. ISSN 0125-6491.
- CAMERON, R.D.A. and A.W. BLACKSHAW. The effect of elevated ambient temperature on spermatogenesis in the boar. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1980, 59(1), 173-179. ISSN 0022-4251.

- CIERESZKO, A., J.S. OTTOBRE and J. GLOGOWSKI. Effect of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. *Animal Reproduction Science*. 2000, 64 (1-2), 89-96. ISSN 0378-4320.
- ČEŘOVSKÝ, J., S. FRYDRYCHOVÁ, A. LUSTYKOVÁ and M. ROZKOT. Changes in boar semen with a high and low level of morphologically abnormal spermatozoa. *Czech Journal of Animal Science*. 2005, 50(7), 289-299. ISSN 1212-1819.
- ČEŘOVSKÝ, J., A. LUSTYKOVÁ, S. FRYDRYCHOVÁ and M. ROZKOT. Morphologically abnormal spermatozoa changes as a tool for semen quality assessment of the boars. *Research in Pig Breeding*. 2007, 1(1), 21-24. ISSN 1802-7547.
- DZIEKOŃSKA, A., L. FRASER, M. KOZIOROWSKA-GILUN, J. STRZEZEK, M. KOZIOROWSKI and W. KORDAN. Seasonal-dependent variations in metabolic status of spermatozoa and antioxidant enzyme activity in the reproductive tract fluids of wild boar/domestic pig hybrids. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2014, 17(2), 307-313. ISSN 1505-1773.
- FRYDRYCHOVÁ, S., A. LUSTYKOVÁ, E. VÁCLAVKOVÁ, J. LIPENSKÝ and M. ROZKOT. Seasonal changes in fresh semen quality and freezability in boar semen. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2014, 84(6), 643-646. ISSN 0367-8318.
- GAMČÍK, PAVOL a JAROSLAV KOZUMPLÍK. *Andrológia a umelá inseminácia hospodárskych zvierat*. Bratislava: Príroda, 1984.
- GORDON Ian R. *Reproductive Technologies in Farm Animals*. Wallingford: CABI Publishing Series. 2004. ISBN 0-85199-862-3
- GÓRSKI, K., S. KONDRACKI, A. WYSOKIŃSKA and A. NAZARUK. The importance of ejaculate volume for the physical parameters of ejaculates and sperm morphology of Hypor boars. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2016, 22(4), 493-501. ISSN 1300-6045.
- GÓRSKI, K., S. KONDRACKI, K. STACHOCKA and A. WYSOKINSKA. Association of ejaculate sperm counts with their morphological and

- morphometric characteristics in Hypor boars. *Annals of Animal Science*. 2017a, 17(4), 1043-1052. ISSN 2300-8733.
- GÓRSKI, K., S. KONDRACKI and A. WYSOKINSKA. Effects of season on semen parameters and relationships between selected semen characteristics in Hypor boars. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Science*. 2017b, 41(4), 563-569. ISSN 1300-0128.
- HUANG, Y., L. LO, S. LIU and T.S. YANG. Age-related changes in semen quality characteristics and expectations of reproductive longevity in Duroc boars. *Animal Science Journal*. 2010, 81(4), 432-437. ISSN 1344-3941.
- CHEON, Y.M., K.H. KIM, C.B. YANG and C.S. PARK. Effect of season influencing semen characteristics, frozen-thawed sperm viability and testosterone concentration in Duroc boars. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 2002, 15(4), 500-503. ISSN 1011-2367
- CHINCHILLA-VARGAS. J., K. KERNS and M.F. ROTCHILD. Lunar and climatic effects on boar ejaculate traits. *Animal Reproduction Science*. 2018, 193, 117-125. ISSN 0378-4320.
- JANKEVICIUTE, N. and H. ZILINSKAS. Influence of some factors on semen quality of different breeds of boars. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2002, 19(41). ISSN 1392-2130.
- JELÍNEK, PAVEL a KAREL KOUDELA. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-644-1.
- KAMANOVA, Vendula. Zhodnocení kanců působících na inseminační stanici. Brno, 2016. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta.
- KENNEDY, B.W. and J.N. WILKINS. Boar's breed and environmental factors influencing semen characteristics of boars used in artificial insemination. *Canadian Journal of Animal Science*. 1984, 64(4), 833-843. ISSN 0008-3984.
- KLIMENT, J., J. HINTNAUS, M. NOVÁK, O. ROB and P. ŠŤASTÝ. Reprodukcia hospodárskych zvierat. 2. preprac. vyd. Bratislava: Príroda, 1989, ISBN 80-07-00027-5
- KLIMENT, J., J. HINTNAUS, M. NOVÁK, O. ROB and P. ŠŤASTÝ. Reprodukcia hospodárskych zvierat. Bratislava: Príroda, 1983.

- KNECHT, D., A. JANKOWSKA-MAKOSA and K. DUZINSKI. Boar genotype as a factor shaping age-related changes in semen parameters and reproduction longevity simulations. *Theriogenology*. 2017, 98, 50-56. ISSN 0093-691X.
- KNECHT, D., A. JANKOWSKA-MAKOSA and K. DUZINSKI. The effect of age, interval collection and season on selected semen parameters and prediction of AI boars productivity. *Livestock Science*. 2017b, 201, 13-21. ISSN 1871-1413.
- KNECHT, D., S. SRODON and K. DUZINSKI. The influence of boar breed and season on semen parameters. *South Africa Journal of Animal Science*. 2014, 44(1), 1-9. ISSN 0375-1589.
- KOMÁREK, VLADIMÍR a ZENĚK SOVA. *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 2. přeprac. vyd. Praha: SZN, 1971.
- KONDRACKI, S., D. BANASZEWSKA and C. MIELNICKA. The effect of age on morphometric sperm traits of domestic pig (*Sus scrofa domestica*). *CELULAR & Molecular Biology Letters*. 2005, 10(1), 3-13. ISSN 1425.8153.
- KONDRACKI, S., M. IWANINA, A. WYSOKINSKA and M. HUSZKO. Comparative analysis of Duroc and Pietrain boar sperm morphology. *Acta Veterinaria Brno*. 2012, 81(2), 195-199. ISSN 0001-7213.
- LIPENSKÝ, J., A. LUSTIKOVÁ, M. ROZKOT, E. VÁCLAVKOVÁ, P. PŘINOSILOVÁ, J. ŠÍPEK, M. KUNETKOVÁ and V. KOPECKÁ. *Základy hodnocení morfologického obrazu spermií kance*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2014. ISBN 978-80-7403-122-9.
- PECINOVÁ, H., E. KŘIVÁNKOVÁ and Z. HAVLÍČEK. The effect of season and lighting on Duroc boars ejaculates quality. *Proceedings of international PhD Students conference*. Mendel University Brno. 2016, 254-257.
- PETROCELLI, H., C. BATISTA and J. GOSALVEZ. Seasonal variation in sperm characteristics of boars in southern Uruguay. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2015, 44(1), 1-7. ISSN 1806-9290.
- ROCA, J., M.L.W.J. BROWKHUIJSE, I. PARRILLA, H. RODRIGUEZ-MARTINEZ, E.A. MARTINEZ and A. BOLARIN. Boar Differences In artificial insemination outcomes: can they be minimized? *Reproduction in Domestic Animals*. 2015, 50(2), 48-55. ISSN 0936-6768

- ŘÍHA, J., J. PETELÍKOVÁ, J. ČEŘOVSKÝ, J. BAŽANT, M. BOCHENEK and J. PYTLOUN. *Plemenitba hospodářských zvířat*. Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 2003. ISBN 80-903143-4-1.
- SAVIC, R., M. PETRVIC, D. RADOJKOVIC, C. RADOVIC and N. PARUNOVIC. Libido and ejaculate traits of performance tested boars. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 2014, 24(6), 1649-1654. ISSN 1018-7081.
- SAVIC, R., D. RADOJKOVIC and C. RADOVIC. Fertility of boar's - what is an important to know. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2017, 33(2),135-149. ISSN 1450-9156.
- SCHULZE, M., S. BUDER, K. RUDIER, M. BEVERBACH a D. WABERSKI. Influence on semen traits used for selection of young AI boars. *Animal Reproduction Science*. 2014, 148, 164-170. ISSN 0378-4320.
- SMITAL, J., L.L. DE SOUSA and A. MOHSEN. Differences among breeds and manifestation of heterosis in AI boar sperm output. *Animal Reproduction Science*. 2004, 80 (1-2), 121-130. ISSN 0378-4320.
- SMITAL, J. Effects influencing boar semen. *Animal Reproduction Science*. 2009, 110, 335-346. ISSN 0378-4320.
- SOVA, ZDENĚK. *Fyziologie hospodářských zvířat*. 2. přeprac. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. ISBN 80-209-0092-6.
- STRATHE, A.B., I.H. VELANDER, T. MARK, T. OSTERSEN, C. HANSEN and N.H. KADAMIDEEN. Genetic parameters for male fertility and its relationship to skatole and androstenone in Danish Landrace boars. *Journal of Animal Science*. 2013, 91(10), 4659-4668. ISSN 00218812.
- ŠTVERÁK, Martin. Analýza morfologických změn spermií kanců a jejich vliv na plodnost prasnic. České Budějovice, 2018. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- TSAKMAKIDIS, I.A., T.A.A. KHALIFA. and C.M. BOSCO. Age-related changes in quality and fertility of porcine semen. *Biological Research*. 2012, 45(4), 381-386. ISSN 0716-9760.

- TERESZKIEWICZ, K. and K. POKRYWKA. Evaluation and prediction of semen parameters of breeding boars and their use in stock management. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*. 2019, 6(9), 48-53. ISSN 2313-626X.
- TRETIPSKUL, C., N. AM-IN, P. TUMMARUK and M. TECHAKUMPHU. Season and breed effects on sperm production in PRRS Free Boars. *Thai Journal of Veterinary Medicine*. 2012, 42(4), 471-476. ISSN 0125-6491.
- VĚŽNÍK, Z., J. RUBEŠ and M. MACHATKOVÁ. Brno: Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 2004. ISBN 80-86895-01-7.
- VĚŽNÍK, Z., D. ŠVECOVÁ, A. ZAJÍCOVÁ, D. ZUDOVÁ, P. PŘINOSILOVÁ a M. KUNETKOVÁ. *Spermatoanalytický metodický kurz*. Brno: Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 2010.
- WOLF, J. Genetic Parameters for Semen traits in AI boars estimated from data on individual ejaculates. *Reproduction in Domestic Animals*. 2009, 44(2), 338-344. ISSN 0936 -6768
- WOLF, J. Heritabilities and genetic correlations for litter size and semen traits in Czech Large White and Landrace pigs. *Journal of Animal Science*. 2010, 88(9), 2893-2903. ISSN 0021-8812.
- WOLF, J. and J. SMITAL. Effect in genetic evaluation for semen traits in Czech Large White and Czech Landrace boars. *Czech Journal of Animal Science*. 2009, 54(8), 349-358. ISSN 1212-1819.
- WOLF, J. and J. SMITAL. Quantification of factors affecting semen traits in artificial insemination boars from animal model analyses. *Journal of Animal Science*. 2009(a), 87(5), 1620-1627. ISSN 0021-8812.
- WYSOKINSKA, A. and S. KONDRACKI. Assessment of sexual activity levels and their association with ejaculate parameters in two-breed hybrids and purebred Duroc and Pietrain boar. *Annals of Animal Science*. 2014, 14(3), 559-571. ISSN 2300-8733.
- WYSOKINSKA, A. and S. KONDRACKI. Assessment of the effect of heterosis on semen parameters of two-breed crosses of Duroc, Hampshire and Pietrain boars. *Archiv Fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding*. 2013, 56, 65-74. ISSN 0003-9438.