

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**Bc. BARBORA PŮLPÁNOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**

**Ústav výživy zvířat a pícninářství**

---



**Agronomická  
fakulta**

**Mendelova  
univerzita  
v Brně**



**Vliv selenu, zinku, vitamínu C a E  
na potlačení tepelného stresu u kanců**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

Doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.

*Vypracovala:*

Bc. Barbora Půlpánová

---

Brno 2017

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci *Vliv selenu, zinku, vitamínu C a E na potlačení tepelného stresu u kanců* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu Doc. Ing. Pavlu Horkému, Ph.D., za ochotu a odborné vedení při vypracování diplomové práce a za čas, který mi věnoval. Dále své rodině, která mě plně podporovala a umožnila mi příjemné prostředí, ve kterém jsem mohla být a dokončit svá studia.

## **Abstrakt**

Cílem práce byl vliv komplexu dvou prvků (zinku, selenu) a dvou vitamínů (vit C, vit E) na organismus prasat při tepelné zátěži. Do pokusu bylo zařazeno 12 kanců plemene Duroc. Kanci byli přibližně stejného věku a váhy, ustájeni individuálně. Byli rozděleni do 2 skupin. Kontrolní skupina (n = 6) byla krmena pouze základní krmnou směsí, která obsahovala 0,02 mg Se; 21,5 mg Zn; 9,9 mg vitamínu E a 16,0 mg vitamínu C. Pokusné skupině (n = 6) bylo do diety přidáno navíc 0,5 mg selenomethioninu, 70 mg alfa - tokoferolu, 70 mg oxidu zinečnatého a 350 mg kyseliny askorbové. Pokus probíhal od června do září na inseminační stanici ve Velkém Meziříčí.

Kontrolní skupina vykazovala lehké zvýšení objemu ejakulátu (o 19 %), což je v letních měsících běžné. Zároveň koncentrace spermií byla nestabilní, v průběhu srpna došlo k nárůstu o 15 %, ale během září klesla pod úroveň počáteční hodnoty o 3,5 %. Motilita se v průběhu pokusu pohybovala okolo 69 %. Statisticky průkazný byl však nárůst (o 15 %) morfologicky abnormálních spermií v ejakulátu ( $P < 0,05$ ).

Pokusná skupina měla od začátku vyšší množství ejakulátu. Křivka objemu však byla téměř shodná s pokusnou skupinou. Koncentrace spermií se u pokusné skupiny po přidání antioxidantů zvýšila o 23 %. V průběhu pokusu pak koncentrace jen lehce klesala. Motilita u pokusné skupiny byla v průměru 70 % a v průběhu pokusu se hodnota výrazně neměnila. I u kontrolní skupiny došlo ke statisticky průkaznému nárůstu morfologicky abnormálních spermií (o 12,3 %), ( $P < 0,05$ ).

Z výsledků lze usuzovat, že zvýšené množství vybraných antioxidantů nemělo prokazatelný vliv na zlepšení kvality ejakulátu, ale lze usuzovat, že toto množství zajistilo stabilitu parametrů semene.

**Klíčová slova: Selen, zinek, vitamín C, vitamín E, antioxidanty, kanci, Duroc, ejakulát**

## **Abstract**

The aim of the study was influence of the complex of two elements (zinc, selenium) and two vitamins (vit C, vit E) on the organism of pigs under heat stress. Twenty boars of the Duroc breed were included in the experiment. The boars were approximately the same age and weight, housed individually. They were divided into 2 groups. The control group (n = 6) was fed only to a basic feed mixture containing 0.02 mg Se; 21.5 mg Zn; 9.9 mg of vitamin E and 16.0 mg of vitamin C. In addition, 0.5 mg of selenomethionine, 70 mg of alpha-tocopherol, 70 mg of zinc oxide and 350 mg of ascorbic acid were added to the diet (n = 6). The experiment took place from June to September at the insemination station in Velké Meziříčí.

The control group showed a slight increase in ejaculate volume (by 19 %), which is common in the summer months. At the same time, the sperm concentration was unstable, it increased by 15 % in August, but fell below the baseline by 3.5 % in September. Motility was around 69 % during the experiment. Statistically significant was an increase (by 15 %) of morphologically abnormal sperm in the ejaculate ( $P < 0.05$ ).

The experimental group had higher ejaculate from the beginning. However, the volume curve was almost identical to the experimental group. The sperm concentration increased by 23 % in the trial group after adding antioxidants. During the experiment the concentration only slightly decreased. Motility in the experimental group averaged 70 % and did not change significantly during the experiment. Even in the control group there was a statistically significant increase in morphologically abnormal sperm (by 12.3 %), ( $P < 0.05$ ).

From the results it can be concluded that the increased amount of selected antioxidants did not have a demonstrable effect on the improvement of the ejaculate quality, but it can be assumed that this quantity has ensured the stability of the seed parameters.

**Key words:** Selenium, zinc, vitamin C, vitamin E, antioxidants, boars, Duroc, ejaculate

## OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	12
2.1	Stavy prasat v České republice a Evropě .....	12
2.2	Plemeno Duroc.....	14
2.2.1	Základní charakteristika plemene duroc.....	14
2.3	Fyziologie trávení.....	15
2.3.1	Dutina ústní .....	15
2.3.2	Hltan .....	15
2.3.3	Jícen.....	15
2.3.4	Žaludek.....	15
2.3.5	Tenké střevo .....	16
2.3.6	Tlusté střevo .....	16
2.3.7	Játra .....	17
2.3.8	Slinivka břišní.....	17
2.4	Krmné směsi a jednotlivé komponenty krmných směsí .....	17
2.4.1	Obiloviny.....	18
2.4.2	Luštěniny .....	19
2.4.3	Extrahované šroty.....	20
2.4.4	Krmiva živočišného původu.....	20
2.5	Tepelný stres .....	21
2.5.1	Vliv na plodnost .....	23
2.6	Požadavky prasat na stájové prostředí .....	23
2.6.1	Vliv mikroklima .....	23
2.6.2	Vliv prostoru.....	23
2.6.3	Vliv teploty.....	24
2.7	Pohlavní soustava kance .....	24

2.7.1	Varle (Testis).....	24
2.7.2	Nadvarle (Epididymis) .....	25
2.7.3	Chámovody (Ductus deferens).....	25
2.7.4	Přídavné pohlavní žlázy .....	25
2.7.5	Pářící orgán – pyj (Penis).....	26
2.7.6	Šourek (Scrotum) .....	26
2.7.7	Ejakulát.....	26
2.8	Spermatogeneze .....	27
2.9	Morfologie spermie.....	28
2.9.1	Stavba spermie .....	28
2.10	Plodnost kanců.....	29
2.11	Způsoby odběru kanců .....	30
2.12	Hodnocení a parametry ejakulátu kanců .....	31
2.13	Antioxidanty .....	31
2.14	Volné radikály .....	32
2.15	Vybrané antioxidanty .....	32
2.15.1	Selen .....	32
2.15.2	Zinek.....	33
2.15.3	Vitamín C .....	34
2.15.4	Vitamín E .....	35
3	CÍL PRÁCE.....	37
4	MATERIÁL A METODY .....	38
4.1	Kanci .....	38
4.2	Podmínky prostředí .....	39
4.3	Metody stanovení jednotlivých parametrů ejakulátu .....	41
4.3.1	Objem ejakulátu .....	41
4.3.2	Koncentrace spermíí v ejakulátu .....	41



4.3.3	Celkový počet spermií (CPS).....	41
4.3.4	Motilita .....	41
4.3.5	Stanovení procenta patologických spermií v ejakulátu.....	41
4.4	Statistika (zpracování výsledků) .....	42
5	VÝSLEDKY.....	43
5.1	Objem ejakulátu .....	43
5.2	Koncentrace spermií.....	44
5.3	Celkový počet spermií v ejakulátu .....	45
5.4	Motilita spermií.....	46
5.5	Počet abnormálních spermií .....	47
6	DISKUZE .....	49
7	ZÁVĚR.....	51
8	ZDROJE .....	52
9	SEZNAM TABULEK .....	58
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	59
11	SEZNAM GRAFŮ .....	60
12	SEZNAM ZKRATEK .....	61

# 1 ÚVOD

Chov prasat je téměř celosvětově důležitým zdrojem obživy pro lidstvo. V České republice je vepřové maso oblíbeným v návaznosti na tradiční českou kuchyň a její pochoutky. Ve světě je vepřové maso oblíbeno z důvodu rychlosti růstu prasat a vysoké výtěžnosti. Čína chová 50 % celosvětových stavů a je největším exportním státem na vepřové maso. Ve vyspělých státech jako je například Dánsko, které chov prasat povýšilo téměř k dokonalosti, se nalézají velmi prošlechtěná plemena s vysokou užitkovostí a díky vhodně použitým technologiím i s nízkou úmrtností. Česká Republika se této dokonalosti chce co nejvíce přiblížit. Z pohledu šlechtitelského jsme se dánským chovům značně přiblížili, nicméně z pohledu chovatelského se zde vyskytuje mnoho nedostatků, nejen v technologii chovu, ale i ve výživě a zoohygieně chovu. K tomu všemu negativně přispívá i teplotní rozmezí. Z důvodu globálního oteplování, se i v mírném pásmu, ve kterém se Česká republika nachází, teploty v letních měsících blíží k tropickým 40 °C a to pro chov prasat je již daleko za hranicí přípustnosti. Intenzivně chovaná prasata mají termoneutrální zónu v teplotách od 18 °C do 22 °C. Teplota se může lišit v závislosti na relativní vlhkosti, proudění vzduchu a dále také na typu ustájení a na technologii krmení. Kanci, jalové a nízkobřezí prasnice snášejí výkyvy teplot lépe než jiné kategorie. Pokud však teplota přesáhne hranici termoneutrální zóny a chovatel nemá vhodnou technologii ustájení nebo technologické zařízení, nezvládá tedy regulovat okolní podmínky, dochází k zapojení vnitřních termoregulačních mechanismů zvířat, a to má za následek snížení užitkovosti, a to jak produkční, tak reprodukční. V této chvíli by se měla pozměnit krmná dávka, dle dané situace.

V případě nízkých teplot, by se měl zvýšit objem i energie krmiva, aby zvířata mohla více žrát a z fermentačních procesů z trávicího traktu se ohřívat, ale aby také nedocházelo k hladovění ze ztracené energie, která byla využita k ohřátí těla svalovými kontrakcemi, neboli chladovým třesem. V opačném případě, tedy při vysokých teplotách, zvířata přestávají žrát, právě kvůli zbytečnému přehřívání tělesného jádra způsobené fermentačními procesy gastrointestinálního traktu. V těchto situacích je důležité snížit objem a vlákninu předkládaného krmiva a zvýšit energii krmiva, protože organismus spotřebovává energii k udržení stále tělesné teploty.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Stavy prasat v České republice a Evropě

V Evropě se nachází přibližně 25 % stavů chovaných prasat z pohledu celosvětového měřítka. Z toho za chovné velmoci můžeme považovat Španělsko a Německo, dále pak Dánsko, Francii a Polsko. Podle USDA je celosvětová spotřeba vepřového masa na prvním místě v zastoupení 40,1 % při množství chovaných prasat 19,5 % z celkového množství chovaných zvířat 5 061 milionů zvířat (Velechovská, 2017). V České republice se ročně zkonsumuje okolo 40 kg vepřového masa na obyvatele a rok. Z **Tab. 1** vyplývá, že v roce 2015 se opět po propadu z předchozích let, začala zvyšovat spotřeba vepřového masa. Celkové bilance z tohoto roku ukazují, že spotřeba masa vzrostla o 2,5 %, nejvyšší podíl na tomto čísle však měla spotřeba drůbežního masa (nárůst o 9,1 %; nárůst vepřového o 2,9 %). Průměrně se tedy v České republice zkonsumovalo 79,3 kg masa (bez ryb), celoevropský průměr je však 83 kg masa (Anonym, 1).

**Tab. 1:** Bilance vepřového masa v letech 2010 - 2016\* (ČSÚ, ÚZEI, MZe, celní statistika)

Rok	Výroba	Spotřeba	Dovoz	Vývoz	Podíl dovozu na spotřebě	Podíl vývozu na výrobě
	tis. t. ž. hm.	tis. t. ž. hm.	tis. t. ž. hm.	tis. t. ž. hm.		
2010	366,4	574,0	279,6	68,6	48,7	18,7
2011	350,3	576,3	301,7	76,8	52,4	21,9
2012	303,6	556,6	328,5	77,6	59,0	25,6
2013	310,2	545,2	321,1	86,2	58,9	27,8
2014	312,5	546,2	325,0	92,9	59,5	29,7
2015	309,8	563,0	339,5	86,5	60,3	27,9
<b>2016*</b>	<b>309,0</b>	<b>543,0</b>	<b>326,0</b>	<b>92,0</b>	<b>60,0</b>	<b>29,8</b>

\* = odhad ÚZEI

V České republice se k 31. 12. 2016 nacházelo celkem 1 479 283 ks prasat. Z toho na výkrm bylo 572 259 ks prasat, včetně vyřazených prasnic a kanců, chovných prasat 135 325 ks z toho 1 748 ks kanců a 91 047 ks prasnic. Meziroční pokles byl o 4,9 % tedy o 76 114 ks prasat. Zajímavé však je, pokud srovnáme šetření mezi 31. 12. 2015 a 31. 7. 2016, že zde byl naopak nárůst ve stavu prasat o 15 870 ks tedy o 1 %. Ovšem tento nárůst byl především v kategorii jatečných prasat, naopak počet chovných prasat,

především pak prasnic, se snížil téměř o 3 %, což v dlouhodobém měřítku snižuje stavy prasat (Anonym 1).

Pokud srovnáme početní stavy v České republice a v sousedních zemích, **Tab. 2**, je zřejmé, že právě Německo a Polsko jsou hlavními dodavateli exportně dováženého masa.

**Tab. 2:** Početní stavy prasat a produkce masa v EU 28 (Anonym 2)

EU 28	Prasata *	Produkce masa **	EU 28	Prasata *	Produkce masa **
Belgie	6,4	1 124,3	Litva	0,7	66,2
Bulharsko	0,6	60,7	Lucembursko	0,1	12,3
Česká republika	1,6	227,7	Maďarsko	3,1	409,3
Dánsko	12,7	1 598,7	Malta	0,0	5,6
Německo	27,7	5 562,0	Holandsko	12,5	1 456,2
Estonsko	0,3	42,4	Rakousko	2,8	527,8
Írsko	1,5	276,4	Polsko	10,6	1 906,1
Řesko	0,9	90,0	Portugalsko	2,2	377,5
Španělsko	28,4	3 895,9	Rumunsko	4,9	330,5
Francie	13,3	1 967,6	Slovinsko	0,3	20,2
Chorvatsko	1,2	73,0	Slovensko	0,6	45,2
Itálie	8,7	1 485,8	Finsko	1,2	191,9
Kypr	0,3	43,4	Švédsko	1,4	233,5
Lotyšsko	0,3	29,3	Velká Británie	4,4	898,3
<b>Celkem</b>	<b>Prasat</b>	<b>148,7</b>		<b>Produkce</b>	<b>22 957,85</b>

\* = v milionech

\*\* = v 1 000 tunách jatečně upraveného těla (JUT)

Co se týká výroby masa, exportu a ceny v celé Evropské unii, tak jsou všechny tři složky na vzestupu. V roce 2016 se díky kosmopolitní politické situaci otevřelo pro Evropskou unii více možností obchodu s Čínou, a především díky tomu se export v první polovině roku 2016 navýšil o 584 000 tun, tedy na 1 637 000 tun vepřového masa. Z celkového navýšení exportu se vyvezlo právě do Číny o 517 000 tun více, tedy o 88,5 % více než v předchozím roce. Pro evropský trh to znamenalo nárůst poptávky po vepřovém mase, a díky tomu se upravila i cena, která byla v roce 2015 velice nízká pro celou Evropu (Říha, 2001). Bohužel v České republice se tento trend neprosadil a výkupní cena vepřového je už od roku 2015 pro chovatele nízká, pro některé až likvidační. Z hlediska ceny vepřového na export, je pro tuzemské chovatele cena stále nižší než pro ostatní členské státy EU, a to až o 2 Kč/kg v živém. Nízká výkupní cena a nižší konkurence schopnost jsou tedy hlavními příčinami, které snižují stavy

prasat v České republice. Tím se snižuje i soběstačnost České republiky v produkci masa (Anonym 1).

## 2.2 Plemeno Duroc

Plemeno původem vzniklo v Americe, ale přesný původ není bohužel znám. Pravděpodobně toto plemeno však vzniklo z červených prasat, která byla do Ameriky dopravena z Guineje a Španělska. Z těchto prasat pak vznikly 3 červené rasy, které daly základ vzniku plemene Duroc. Plemenný standart existuje od roku 1885 (Sambraus, 2006).

### 2.2.1 Základní charakteristika plemene duroc

Plemeno se vyznačuje středním až větším rámcem (kanci 90 cm KV, 350 kg; prasnice 80 cm KV, 300 kg), velmi pevnou konstitucí, kompaktní tělesnou stavbou, pevnou a mohutnou kostrou. Výrazným znakem je červeno-rezavé zbarvení s širokou škálou odstínů. Ucho je dlouhé a poloklopené (**Obr. 1**). Masné partie by měly být výrazné. Kvalita masa je velmi dobrá. Plemeno se také vyznačuje velmi dobrou růstovou intenzitou při dobré konverzi živin. V České republice se používá jako otcovské plemeno (Anonym 3).



**Obr. 1:** Kanec plemene Duroc (Anonym 3)

## 2.3 Fyziologie trávení

V trávicím traktu prasat se krmivo nejprve mechanicky zpracuje v dutině ústní, a dále je v gastrointestinálním traktu zpracovááno chemickou a biologickou cestou až na jednotlivé živiny, které pak prasata stráví (Zeman *et al.*, 2001).

### 2.3.1 Dutina ústní

Dutina ústní se na trávení podílí mechanickým zpracováním, tedy rozmělněním a následným promícháním potravy se slinami a nakonec polknutím (Stupka, 2013). Trvalý chrup prasete má 44 zubů a krom špičáků má chrup prasete omezenou dobu růstu. Úplný chrup je u prasete vyvinut kolem 20. měsíce života. Zubní vzorec trvalého chrupu prasete je  $\frac{3I\ 1C\ 4P\ 3M}{3I\ 1C\ 4P\ 3M}$  (Marvan *et al.*, 1998). Žvýkání u prasete závisí na konzistenci krmiva. Kašovitě krmivo prase žvýká krátce a zpravidla je doprovázeno mlaskáním. Na jedno sousto pevného, neupraveného krmiva je převážně vynaloženo 20 – 40 žvýkacích pohybů. Množství vyloučených slin je závislé na vlhkosti předkládaného krmiva. V průměru vyloučí prase za den 8 – 15 l slin (Zeman *et al.*, 2001).

### 2.3.2 Hltan

Hltan spojuje dutinu ústní s jícnem. U prasete je hltan úzký, dlouhý a zřetelně rozdělený silným měkkým patrem na část dýchací a na část trávicí. Protože je krátký, nedosahuje okraje jícnového vstupu a obě části tak zůstávají trvale otevřeny (Marvan *et al.*, 1998).

### 2.3.3 Jícen

Jícen společně s hltanem zajišťují transport potravy z dutiny ústní do žaludku. Jícen je tvořen dvěma typy svaloviny, a to příčně pruhovanou, a v kaudální části pak hladkou, která navazuje na česlo, což je ústí do žaludku (Marvan *et al.*, 1998).

### 2.3.4 Žaludek

Žaludek prasete je složitý jednodukomorový, tedy složen ze žláznaté slizniční části žaludku a bezžláznaté kutánní sliznice v předžaludkové části (Marvan *et al.*, 1998). Objem žaludku dospělého prasete je 5 – 10 litrů, což je asi 1/3 z celkového objemu trávicího traktu. Bezžláznatá část zaujímá 11 %, kardiální 39 %, fundální 31 % a pylorická 19 % z celkové plochy žaludku prasete. Kardiální žlázy produkují sekret

zásaditého charakteru, který obsahuje mucin, leukocyty a malé množství pepsinogenu (Jelínek *et al.*, 2003). Po nakrmení je obsah žaludku promícháván slabě s tím, že pevnější částice vytlačují kašovitou potravu. Tráví se zde společně sacharidy, proteiny i tuky, a to až několik hodin. Při tomto procesu je rozštěpeno až 20 % lehce stravitelných sacharidů přijatých v krmivu. Již zde probíhá bakteriální trávení a vzniká maltóza, glukóza, kyselina mléčná, máselná, octová a plyny. Hodnota pH je rozdílná u promíchané části krmiva, kde dosahuje hodnot pH 2,5 – 3 zatím co v dorzální části je hodnota pH 6 – 7 (Zeman *et al.*, 2001). Sekrece žaludečních šťáv probíhá nepřetržitě. Množství šťáv závisí na množství a složení přijatého krmiva, průměrně je to kolem 4 – 5 litrů na kilogram sušiny krmiva u dospělého jedince (Jelínek *et al.*, 2003).

### **2.3.5 Tenké střevo**

Tenké střevo se skládá z dvanáctníku, lačnicku a kyčelníku a u prasete dosahuje 15 – 20 metrů (Marvan *et al.*, 1998). Do dvanáctníku, který je prvním úsekem tenkého střeva, je vylučována pankreatická šťáva, která je produkována v exokrinní části slinivky břišní. Hodnoty pH pankreatické šťávy se pohybují mezi 7,2 – 8,5. Prase vyloučí asi 7 – 8 litrů denně (Zeman *et al.*, 2001). Slouží k neutralizaci kyselé žaludeční tráveniny. Mezi zásadní složky pankreatické šťávy patří trypsin, který štěpí bílkoviny na peptidy a aktivuje chymotrypsin, karbopeptidázy a další (Jelínek *et al.*, 2003).

Dále je do dvanáctníku vylučována žluč, která se taktéž podílí na neutralizaci kyselého prostředí a vytváří tak vhodné podmínky pro enzymy pankreatické a střevní šťávy. Snižuje také povrchové napětí tukových kapének a zajišťuje jejich emulgaci, tedy přispívá k lepší stravitelnosti tuků a následně i lepší resorpci lipofilních vitamínů (Jelínek *et al.*, 2003).

### **2.3.6 Tlusté střevo**

Objem tlustého střeva u prasat dosahuje 8 litrů a dělí se na slepé střevo, tračník a konečník. Probíhá zde ještě chemické trávení, ale mnohem významnější je biologické trávení, a to především ve slepém střevě (Marvan *et al.*, 1998). Na začátku tlustého střeva, se pomocí mikroflóry tráví vláknina a zbylé sacharidy za vzniku těkavých mastných kyselin. Ty se buď vstřebávají nebo slouží jako potrava pro mikroorganismy. Bakterie tlustého střeva dokáží syntetizovat vitamíny skupiny B a vitamín K. Ty však

prase nedokáže vstřebat, a tak odchází s výkaly. Mikrobiální činností vznikají ve střevě plyny. Ty se vylučují análně nebo přes krev plícemi (Zeman *et al.*, 2001).

### 2.3.7 Játtra

Játtra u prasat mohou dosahovat hmotnosti až 3 kg. Játtra jsou pro vlastní potřebu vyživována jaterní tepnou. Funkční oběh je zajišťován vrátniční žilou. Oba dva přívody krve se větví až na jaterní sinusoidy, kde se krev smíchá a dále se pak odvádí jaterními žilami do zadní duté žíly. V průběhu je žluč secernována do žlučových kapilár, které dále přecházejí do žlučových vývodů a mezilalůčkových žlučovodů, kde je žluč zahušťována. Putuje až do žlučníku, odkud je dále žlučovody vedena až do dvanáctníku (Marvan *et al.*, 1998).

Důležitou roli hrají játra v detoxikaci organismu. Jsou konečným orgánem metabolických procesů sacharidů, tuků, proteinů i cizorodých látek. Pomocí Kupfferových buněk, které slouží jako fagocyty, zabraňují proniknutí toxických a jiných nežádoucích látek do systémové cirkulace. Také pomocí enzymatického systému jater odbourávají endogenní produkty metabolismu (amoniak) (Chopra *et al.*, 2006)

### 2.3.8 Slinivka břišní

Tělo slinivky břišní se nachází přímo na dvanáctníku. Slinivka je tubuloalveolární žláza, která produkuje nejen pankreatickou šťávu, ale i inzulin a glukagon, které jsou zodpovědné za hladinu krevního cukru (Marvan *et al.*, 1998). Navzájem si jsou inzulin a glukagon antagonisty.

## 2.4 Krmné směsi a jednotlivé komponenty krmných směsí

Ve výživě prasat jde především o sumu jednotlivých živin, které však jako celek musí pokrýt denní potřebu pro záchovu a produkci. V důsledku téměř výlučného enzymatického trávení prasat by měla být krmná dávka na bázi vysoce stravitelných živin s nízkým obsahem vlákniny (do 4 %), (Stupka *et al.*, 2003).

### Z funkčního hlediska se živiny dělí na:

1. **Stavební**, ze kterých si organismy vytváří tělní hmotu, eventuálně nahrazují nové buňky a tkáně za staré a opotřebované. Patří sem především dusíkaté látky, makroprvky a voda.



2. **Energetické**, při jejichž odbourávání se uvolňuje energie pro metabolické procesy, pohyb a tvorbu tělního tuku. Řadí se sem sacharidy, nadbytečné zdroje dusíkatých látek a tuků, ale také alkoholy.
3. **Neenergetické** zdroje, které jsou pro organismus důležité, jako jsou minerální prvky a voda.
4. **Specifické**, mezi které řadíme vitamíny, enzymy, mikroprvky, hormony. Tyto látky se katalyzují, regulují, chrání a stimulují látkový a energetický metabolismus (Stupka *et al.*, 2003).

V dnešní době se přibližně 99 % krmiv pro prasata zpracovává do krmných směsí, zejména do kompletních krmných směsí (KKS). Takto upravené krmivo je jednotkově dražší, ale jeho výhody jsou v manipulaci a skladovatelnosti, a dále také snižují potřebu lidské práce. Další výhody KKS je, že se lépe dávkuje a nedochází k výrazným ztrátám z nedožerků a prašnosti (Pulkrábek, 2005).

Krmné směsi se upravují fyzikálně, chemicky, biologicky, nebo kombinovaně. Nejčastěji se pro KKS prasat používají fyzikálně-mechanické úpravy krmiv a to šrotování, mletí, míchání a granulování. Granulace má mnoho výrazných pozitiv, avšak zásadním kritériem, zda směs granulovat, je ekonomika. Náklady na granulaci nesmí být větší než výhody, které z ní pro chov vyplývají (Zeman *et al.*, 2001).

#### **2.4.1 Obiloviny**

Hlavními komponenty v kompletní krmné směsi pro prasata by měly být obiloviny, především pšenice, ječmen, kukuřice a pro plemenná prasata je vhodné zařadit i oves (Wilson *et al.*, 2004). Obiloviny jsou glycidové krmivo a poměrně dobrý zdroj vitamínů B a E, s nízkým zastoupením minerálních látek (Nytrayová *et al.*, 2009). Limitujícími aminokyselinami pro obiloviny jsou lysin a threonin, pro kukuřici pak tryptofan (Mrkvicová *et al.*, 2007).

##### **2.4.1.1 Pšenice**

Pšenice patří mezi nejpoužívanější obiloviny v krmných směsích a dietách pro prasata. Obsahuje obvykle kolem 11 – 14 % hrubého proteinu a okolo 68 % škrobu. Obsahuje nejvyšší množství fytázy ze všech obilovin. Pro krmné účely je nejvýhodnější pšenici šrotovat (Horký, 2015)

#### **2.4.1.2 Ječmen**

Ječmen obsahuje nižší procento škrobu (58 %), než pšenice. Má však dobré dietetické vlastnosti a využívá se k výkrmu prasat, jelikož příznivě ovlivňuje jakost masa a tuhost sádla. Do krmných směsí se přidává obvykle v množství 30 – 70 % (Mrkvicová *et al.*, 2007).

#### **2.4.1.3 Kukuřice**

Kukuřice je velmi vhodnou obilovinou pro plemenné kance, pro chovatele výkrmových prasat je zas velice zajímavou, z hlediska vysoké energetické hodnoty a nízkému obsahu neškrobových polysacharidů. Ve výkrmu by však podíl kukuřice neměl přesáhnout 50 %, z důvodu zabarvení sádla karotenoidy a změkčení konzistence sádla. U plemenných kanců může kukuřice tvořit až 80 % diety. Při vysokém procentu kukuřice v krmné směsi se však směs obtížněji granuluje (Horký, 2015).

#### **2.4.1.4 Oves**

Oves má ze základních obilovin nejvyšší procento vlákniny. V pluchatých částech obilky se však nachází nejvíce minerálů a vitamínů. Má dobrou dietetickou hodnotu, a některé složky BNLV vytvářejí sliz, který pozitivně působí na trávení. Je vhodný pro plemenná prasata, díky obsahu alkaloidu aveninu, který stimuluje CNS a zvyšuje libido (Mrkvicová *et al.*, 2007).

### **2.4.2 Luštěniny**

Luštěniny mají vysoký obsah dusíkatých látek a jsou zařazeny mezi bílkovinná krmiva (Nytrayová *et al.*, 2009). Důležité je zkrmovat luštěniny nejdříve 8 týdnů po sklizni, kvůli fermentačním procesům. Působí příznivě na jakost masa a sádla. Do krmných směsí se přidávají v omezeném množství a převážně tepelně opracované, kvůli antinutričním látkám. Nejsou vhodné pro vysokobřezí zvířata z důvodu nadýmavých účinků (Mrkvicová *et al.*, 2007).

#### **2.4.2.1 Hrách**

Hrách je jedním z velmi vhodných zdrojů bílkovinných krmiv, kterými lze nahradit sóju z ekonomického hlediska nebo pro NON-GMO diety. Do krmných směsí se doporučuje zařazovat v množství max. 10 – 20 %, z důvodu nadýmavých účinků.

Je vhodné ho před zkrmováním tepelně upravit z důvodu inaktivace antinutričních látek (inhibitory proteáz, lektiny, taniny), (Horký, 2015).

#### 2.4.2.2 Bob obecný

Bob obecný se v krmných směsích pro prasata vyskytuje častěji z důvodu nižší ceny za jednotku a vyššího obsahu dusíkatých látek. Množství bobu v krmných směsích se limituje, z důvodu nadýmavých účinků a hořké chuti. Používá se především ve výkrmu nad 50 kg (Horký, 2015).

#### 2.4.3 Extrahované šroty

Extrahované šroty vznikají z olejnatých semen po lisování oleje a následné extrakci organickými rozpouštědly. Obsahují do 3 % tuku, ale obvykle je to pouze kolem 1 % (Mrkvicová *et al.*, 2007). Nejvíce používaný je sójový extrahovaný šrot (SEŠ), který se podle obsahu dusíkatých látek (od 38 do 50 %) rozděluje na několika jakostních tříd. Při vybalancování aminokyselinového složení (především sirných aminokyselin methioninu a cysteinu), se dosáhne kvalitní bílkoviny, která se svou kvalitou blíží živočišné bílkovině (Horký, 2015). Tuzemským nejrozšířenějším extrahovaným šrotem je řepkový extrahovaný šrot (ŘEŠ). Zpracovává se především z dvou nulové („00“) řepky, která je vyšlechtěná na nižší množství kyseliny erukové a především pak glukosinulátů, které jsou u této odrůdy v hodnotách 10 – 30  $\mu\text{mol/g}$  (oproti jedno nulové řepce, kde obsah glukosinulátů dosahuje 150  $\mu\text{mol/g}$ ) (Mrkvicová *et al.*, 2007). Extrahovaných šrotů se do diet pro prasata dává 10 – 20 % z důvodů antinutričních látek, ale i z důvodu možného „nalepení“ na stěnu žaludku a vzniku žaludečních vředů (Close *et al.*, 2003).

#### 2.4.4 Krmiva živočišného původu

Při zkrmování krmiv živočišného původu je nutné se řídit **vyhláškou č. 451/2000 Sb.**, kterou provádí **zákon č. 91/1996 Sb. O krmivech** ve znění pozdějších změn a doplňků. Při dodržení výrobních podmínek, podmínek pro používání a podmínkami zvláštních právních předpisů, je pro prasata možné zkrmovat mléko, mléčné výrobky, mlezivo, vejce, vaječné výrobky, želatinu z nepřežvýkavých zvířat, proteiny z ryb, peří a kůží, a dále pak rybí moučku a krmné suroviny z ostatních mořských živočichů (musí pocházet z provozů, které jsou výhradně určeny pro výrobu

těchto produktů a jsou ověřeny, že žádná ze složek neobsahuje savčí tkáň), (Zeman *et al.*, 2001).

#### **2.4.4.1 Mléko a mléčné produkty**

Mléko a produkty z mléčného průmyslu se používají především u selat, výjimečně u kanců na doplnění energie. Mléko se zkrmuje ve formě odstředěného mléka v čerstvé nebo kyselé formě. Dále se pak může zkrmovat jako sušené. To se objevuje ve startérech a KKS pro časný odstav. Častější produkt, který se může objevit ve směsi pro prasata je syrovátka. Z nutričního hlediska je to nejchudší mlékárenský produkt. Do krmné směsi se však přidává díky vysokému obsahu laktózy, a tím následnému zchutnění směsi pro selata. Čerstvá se podává jako nápoj nebo zvlhčovaadlo krmiva ve výkrmu prasat (Blair, 2007).

#### **2.4.4.2 Rybí moučka**

Rybí moučka patří k nejkvalitnějším živočišným krmivům. Obsahuje velké množství bílkovin s vynikající jakostí, a také má příznivý poměr minerálních látek. Vyrábí se z odpadů ryb pro lidský konzum nebo z celých ryb, určených právě pro výrobu moučky. Nevýhodami rybí moučky jsou však vysoká cena a horší skladovatelnost kvůli tuku, který rychle žlukne. Do diet je tedy předkládána především mláďatům a březím prasnicím (Horký, 2015).

## **2.5 Tepelný stres**

Hospodářská zvířata patří mezi homoiotermní živočichy, tedy zvířata se stálou tělesnou teplotou. Tato teplota je poměrně vysoká oproti okolní teplotě a zvířata tedy dokáží snášet lépe nízké teploty než vysoké (Hansen, 2009). Z hlediska welfare zvířat by bylo ideální, kdyby technologie chovů umožňovala stálou tepelnou pohodu zvířat. To je však prakticky nemožné, a tak se chovatelé snaží udržet teplotu v chovech alespoň v hranicích teplotního rozmezí, kdy zvířata nemusí vynakládat příliš mnoho energie na termoregulaci (Doležal, 2010).

Každá kategorie prasat má svoje pásmo tepelné rovnováhy, tedy termoneutrální zónu, kdy organismus nemusí vynakládat energii pro termoregulační mechanismy. Termoneutrální zóna pro jednotlivě ustájená prasata (kance) je 20 – 22 °C (Brouček *et al.*, 2008). Pro prasnice je komfortní zóna 20 – 26 °C, podobné je to u vykrmovaných

prasat. U laktujících prasnic je rozmezí optimálních teplot mezi 18 – 25 °C a pro odstavená selata 25 – 30 °C (Cocq *et al.*, 2012). Pokud se tato hranice překročí, snaží se prasata odvádět přebytečné teplo zrychleným dýcháním. Je to jediný možný způsob, protože se prasata nepotí (Zeman *et al.*, 2001). Doporučuje se chovat zvířata v teplotách při dolní hranici jejich termoneutrální zóny.

Pokud teplota okolního vzduchu přesáhne 26 °C nebo je více než tři dny vyšší než 24 °C nastává u prasat starších 10 týdnů tepelný stres. Jejich chování je neklidné, snaží se vyhledávat chladnější místa a sníží příjem krmiva (Cocq *et al.*, 2012). Prvním obraným termoregulačním mechanismem je takzvaná reflexní termoregulace. Tepelné receptory předávají informaci do hypotalamu, kde je uloženo termoregulační centrum, které vyhodnotí situaci, a dle toho reguluje průtok krve, účinnou plochu těla a množství izolační vrstvy (Pospíšilová, 2013). V praxi tedy můžeme vidět natažená zvířata na zemi, která se snaží ochladit o studenou podlahu nebo o chladnější zdi (Zeman *et al.*, 2001).

Pokud tepelné vlivy přetrvávají a reflexní termoregulace již není dostačující, nastupuje druhá úroveň termoregulace, a to fyzikální. Jedná se zde o kondukcii (vedení), konvekci (proudění), radiaci (vyzařování) a evaporaci (vypařování). První tři uvedené způsoby ochlazování jsou však málo účinné a stávají se neúčinnými v momentě, kdy se teplota vzduchu a povrchu těla vyrovnají. Pro prase je tedy účinným způsobem fyzikální termoregulace evaporace při dýchání. I ta však ztrácí svůj význam při zrychleném dýchání, kdy je produkce tepla dýchacími svaly nadměrná (Pospíšilová, 2013). V praxi v Holandsku se tak osvědčila metoda ochlazování individuálně ustájených prasat pomocí kropení vodou v oblasti za krkem a ramen po dobu 2 minut v opakování po půl hodině (Croq *et al.*, 2012). V České republice se v praxi taktéž využívá kropení zvířat vodou, nebo přivádění usměrněného vzdušného proudu, který by neměl překročit hranici 2,0 m/s<sup>-1</sup> v závislosti na kategorii prasat (Brouček *et al.*, 2008).

Posledním stupněm termoregulace je termoregulace chemická, kdy dochází k omezení intenzity metabolismu. Tímto mechanismem se omezuje produkce tepla v těle, ale i pochody, které jsou za produkci tepla zodpovědné. Tedy se snižuje příjem energetických živin a snižuje se aktivita trávicích šťáv, za účelem omezení výdeje tepla při zpracování potravy. V případě dlouhodobého působení vysokých teplot bez zásahu

chovatele a jeho snahy na ochlazení zvířat může dojít k přehřátí organismu a náhlé mortalitě (Pospíšilová, 2013).

### **2.5.1 Vliv na plodnost**

Z fyziologického hlediska je důležité, aby teplota ve varlatech byla asi o 3 °C nižší, než je teplota tělesného jádra (Hansen, 2009). Správný průběh spermatogeneze je základním předpokladem pro dobrou plodnost (Marvan *et al.*, 1998). Pokud je však teplota ve varlatech vyšší, dochází ke snížení produkce spermií, jejich nižší motilitě a také ke zvýšení procentuálního obsahu morfologicky abnormálních spermií (Hansen, 2009).

Pokud dojde ke zvýšení teploty ve varlatech, kvalita spermatu poklesá u kanců až za 7 – 10 dní, kdy se vyčerpají zásoby již vyvinutých spermií z nadvarlete. Obnova kvality spermatu trvá přibližně 45 dní, tedy 6. – 8. týdnů, během kterých probíhá nová spermatogeneze (Hansen, 2009).

## **2.6 Požadavky prasat na stájové prostředí**

### **2.6.1 Vliv mikroklima**

Ve stájovém prostředí může velmi negativně ovlivňovat produkci výskyt některých plynů. Jedná se o výpary ( $H_2O$ ), oxid uhličitý ( $CO_2$ ), amoniak ( $NH_3$ ) a sirovodík ( $H_2S$ ). Především pak amoniak a sirovodík mohou způsobovat zhoršení užitkovosti a výskytu respiračního syndromu. Nejvyšší přípustné koncentrace pro prasata jsou  $CO_2$  0,30 obj % tedy 3 000 ppm; pro  $NH_3$  0,0026 obj % tedy 26 ppm a pro  $H_2S$  0,001 obj % tedy 10 ppm (Kursa, 1998).

### **2.6.2 Vliv prostoru**

Každé zvíře potřebuje pro sebe určitou plochu pro komfort. Výhoda individuálního ustájení je v nižší spotřebě přiváděných živin. Ve společných kotcích je zas výhodou vyšší žravost. Avšak při skupinovém ustájení může docházet k hierarchii a méně zdatní jedinci nemusí mít přístup ke korytu, tedy trpí nedostatkem živin, díky čemuž se může prohlubovat hmotnostní nevyrovnanost. Je tedy důležité nepřepřehňovat kotce z důvodu komfortní plochy, dostatečného místa u krmného prostoru a v neposlední řadě také stájového mikroklimatu (Zeman *et al.*, 2001).

### 2.6.3 Vliv teploty

Teplota je nejvýznamnějším bioklimatickým faktorem. O vnímání tepla rozhoduje nejen teplota okolního vzduchu, ale i relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu (Pospíšilová, 2013). Teplota ovlivňuje růst a vývoj prasat, účinnost krmné směsi, využití živin a energie. Jestliže se teplota dostane mimo komfortní zónu, značná část energie je pak použita pro termoregulaci. Pokud se teplota dostane pod úroveň komfortní zóny, zvýší se spotřeba krmiva nebo při konstantním spotřebě klesne užitkovost. Při zvýšení teploty nad určitou hranici, tedy kdy se maximální tepelné ztráty rovnají množství vytvořeného tepla, reguluje prase svoji tělesnou teplotu snížením příjmu potravy (Zeman *et al.*, 2001). V produkčním období se u zvířat setkáváme jen zřídka s poškozením zdraví vlivem extrémních teplot. Pokud jsou zvířata vystavena teplotám mimo jejich termoneutralní zónu, dochází ke změnám metabolismu, a to má přímý negativní dopad na jejich produkci. Obecně lze říct, že jsou zvířata odolnější proti nízkým teplotám nežli vyšším (Kursa, 1998).

## 2.7 Pohlavní soustava kance

Schopnost rozmnožování je jednou ze základních vlastností všech živých organismů. Schopnost rozmnožovat se a vytvářet nové jedince je důležitá pro zachování druhu. V procesu rozmnožování dochází k velkému množství nejrůznějších obměn, a tak je pro populaci zajištěna genetická variabilita a následná schopnost přizpůsobovat se změnám (Marvan *et al.*, 1998). Savci se rozmnožují pohlavně. A proto je důležité, aby měli správně vyvinuté pohlavní orgány, produkovali pohlavní hormony a měli dostatečné sexuální libido (Kliment, 1983).

### 2.7.1 Varle (*Testis*)

Varle je párová samčí pohlavní žláza. Tvoří se v ní samčí pohlavní buňky – spermie, a dále pak samčí pohlavní hormon – testosteron (Marvan *et al.*, 1998). Varle je tvořeno bělavým obalem, ze kterého vybíhají dovnitř varlete vazivové přepážky. Přepážky jsou rozděleny na 100 – 300 lalůček, ty se dále skládají ze 2 – 4 semenotvorných kanálků. Ty vystýlá spermatogenní epitel, který je tvořen Sertoliho buňkami a spermatogenními buňkami (Kliment, 1983).

### 2.7.2 Nadvarle (*Epididymis*)

Nadvarle nasedá těsně na varle a je tvořeno víceméně jedním stočeným kanálkem. Lze rozdělit na tři části, a to na hlavu, tělo a ocas nadvarlete (Věžník *et al.*, 2004). Funkcí nadvarlete je rezervoár spermií do doby ejakulace. Životnost a oplozovací schopnost spermií jsou 2 – 3 týdny, díky sekretu, který je produkován dlouhými mikrokly na apikálním pólu. Sekret je mírně kyselé povahy a blokuje motilitu spermií. Tím se snižuje metabolismus a společně s nižší teplotou, která v nadvarlatech je, se zvyšuje délka životnosti (Marvan *et al.*, 1998).

### 2.7.3 Chámovody (*Ductus deferens*)

Nadvarlata přechází do chámovodu, který vede šourkovou dutinou, tříselným kanálem, dutinou břišní, pánevní dutiny až na dorzální plochu močového měchýře (Věžník *et al.*, 2004). Společně s varletní tepnou a žilou, nervy, svaly a lymfatickými cévami tvoří tzv. semenný provazec (Reece *et al.*, 1998). Chámovod u prasete není ampulovitě rozšířený, tak jako u skotu a koně, a vyúsťuje samostatně na semenném hrbolku (Marvan *et al.*, 1998).

### 2.7.4 Přídavné pohlavní žlázy

Přídavné pohlavní žlázy produkují sekret, který tvoří přirozené ředidlo a dále slouží jako výživa pro spermie. Upravuje také pH v pohlavním ústrojí samice. Tyto žlázy jsou tvořeny třemi samostatnými orgány, a to měchýřkovitou žlázou (*glandula vesicularis*), předstojnou žlázou (*prostata*) a bulbouretrální žlázou (*glandula bulbourethralis*) (Reece *et al.*, 1998).

**Měchýřkovitá žláza** – je párový orgán, lalůčkovité stavby. Délka u kance je asi 10 – 15 cm. Jako u jediného zástupce hospodářských zvířat, se u kance vylučovaný sekret vyprodukovaný v této žláze vyúsťuje samostatně (Marvan *et al.*, 1998).

**Předstojná žláza** – nazývaná také prostata, je nepárová žláza, která produkuje mléčný sekret, který neutralizuje prostředí v pochvě (Věžník *et al.*, 2004). Sekret má typický pach a je odváděn do močové trubice četnými drobnými vývody (Marvan *et al.*, 1998).



**Bulbouretrální žláza** – u kanců je tato žláza asi nejvíce vyvinuta a dosahuje délky 10 – 15 cm s šířkou 3 cm (Marvan *et al.*, 1998). Tento sekret v pochvě způsobuje vazkost a neutralizaci prostředí (Věžník *et al.*, 2004).

#### **2.7.5 Pářící orgán – pyj (*Penis*)**

Pyj je pářící orgán, sloužící k dopravě semene do pohlavního ústrojí samice. Skládá se z kořene a těla pyje. Kraniální konec pyje je zakončen tzv. žaludem, který je v klidovém stavu schován v kožním vaku – předkožce (Marvan *et al.*, 1998). Zakončení pyje u kance je vývrtkovitě stočené doleva, s přibližnou délkou asi 10 cm. Než se kanec zařadí do plemenitby, je důležité u něj zkontrolovat schopnost a délku vysunutí pyje, které může být znemožněno srůsty sliznice pyje s předkožkou a vytvoření tzv. uzdičky (Pulkrábek, 2005).

Před vlastním pářícím aktem, musí dojít ke vzrušení a následné erekci, která je způsobená zvýšením tlaku krve v dutinkách topořivých těles. U kanců dochází při erekci ke zbytnění penisu i k vyrovnání esovitého zakřivení penisu (Reece *et al.*, 1998).

Předkožka je ochranný vak pro kraniální konec pyje a uvnitř se nachází sliznice s mazovými žlázami, které produkují tzv. předkožkový maz (Kliment, 1983). U kance se nachází navíc předkožková výduť, ve které je obsažena moč. Specifický zápach tekutiny, která se v předkožkové výduť vytváří, je stimulující pro prasnice a podmiňuje je k reflexu nehybnosti (Reece *et al.*, 1998).

#### **2.7.6 Šourek (*Scrotum*)**

Šourek je kožní vak, ve kterém se nachází varlata, nadvarlata a semenný provazec. Je tvořen tenkou kůží, podkožní svalovou vrstvou, zvedačem varlete a vnitřní povázkou varlete. Svalová vrstva zajišťuje správnou teplotu uvnitř šourku, pro optimální prostředí pro vývoj spermií (Marvan *et al.*, 1998).

#### **2.7.7 Ejakulát**

Ejakulát je tvořený semennou plazmou a spermii. Semenná plazma je pro spermie přirozeným prostředím, která je chrání před nepříznivými vlivy a je zdrojem výživy (Kliment, 1983). Semeno je druhově specifické svým objemem, konzistencí, barvou i pachem. U prasat je množství objemu semene velké s nízkou koncentrací (Marvan *et al.*, 1998).

## 2.8 Spermatogeneze

Vývoj a dozrávání samčích pohlavních buněk je složitý vývojový proces, při kterém vzniká specifická buňka, která se zúčastňuje pohlavního rozmnožování (Kliment, 1983). Spermioogeneze probíhá pravidelně a u každého druhu trvá rozdílně dlouhou dobu. U kanců je to v průměru 35 dní (Jelínek *et al.*, 2003).

Spermatogeneze nebo také spermatocytogeneze se rozděluje na 4 fáze:

1. *Fáze rozmnožování – mitotické dělení*
  - Spermatogenní buňky, které jsou v zárodečném epitelu nejhojněji zastoupeny, se mitoticky dělí a vytváří tzv. pásmo mitózy (Marvan *et al.*, 1998).
  - Mitóza je tedy dělení buněk, kdy každá buňka má diploidní počet chromozomů –  $2n$  (Reece *et al.*, 2008).
  - Vytváří se druhá vrstva zárodečného epitelu z buněk nazývaných spermatocyty I. řádu (Marvan *et al.*, 1998).
2. *Fáze růstu*
  - Spermatocyty I. řádu vznikají zvětšením spermatogonií v důsledku zmnožení rezervních látek v cytoplazmě (Marvan *et al.*, 1998).
3. *Fáze meiózy*
  - Ze spermatocytů I. řádu se meiózou každá buňka rozdělí na dvě menší buňky kulovitěho tvaru, tedy na spermatocyty II. řádu (Reece *et al.*, 2008).
  - Meióza je dělení buněk, kdy každá nová buňka obsahuje jen polovinu počtu chromozomů, označuje se jako haploidní buňka –  $n$  (Jelínek *et al.*, 2003).
  - Spermatocyty II. řádu, které jsou již haploidní, se dále rozdělí mitózou na další dvě buňky, které se označují jako spermatidy. Ty jsou uloženy v lumenu stočeného kanálku. Později se zanořují do cytoplazmatické membrány podpůrných (Sertoliho) buněk, kde prochází metamorfózou. Tato vrstva epitelu se nazývá pásmo metamorfózy (Marvan *et al.*, 1998).

#### 4. Fáze metamorfózy

- Metamorfóza je proces, kdy se ze spermatidy stává zralá a oplození schopná spermie. Tato fáze je rozdělena na 4 stádia:
  - a) Golgiho stádium
  - b) Stádium akrozómové čepičky
  - c) Stadium kaudální manžety
  - d) Stádium zrání (Reece *et al.*, 2008)
- Morfologicky hotové spermie se uvolňují do lumenu kanálku a dále pak do vývodných cest. Celkové množství spermií, které se během 24 hodin vyvine je obrovské a u konce může denní produkce dosáhnou až 25 miliard spermií (Marvan *et al.*, 1998).

## 2.9 Morfologie spermie

Spermie jsou pohyblivé a oplození schopné části ejakulátu. Jejich velikost se pohybuje od 50 do 80  $\mu\text{m}$  a díky sexchromozomu mají nepatrné hmotnostní rozdíly. Androspermie, tedy spermie s heterochromozomem Y jsou lehčí než gynospermie s heterochromozomem X (Jelínek *et al.*, 2003).

### 2.9.1 Stavba spermie

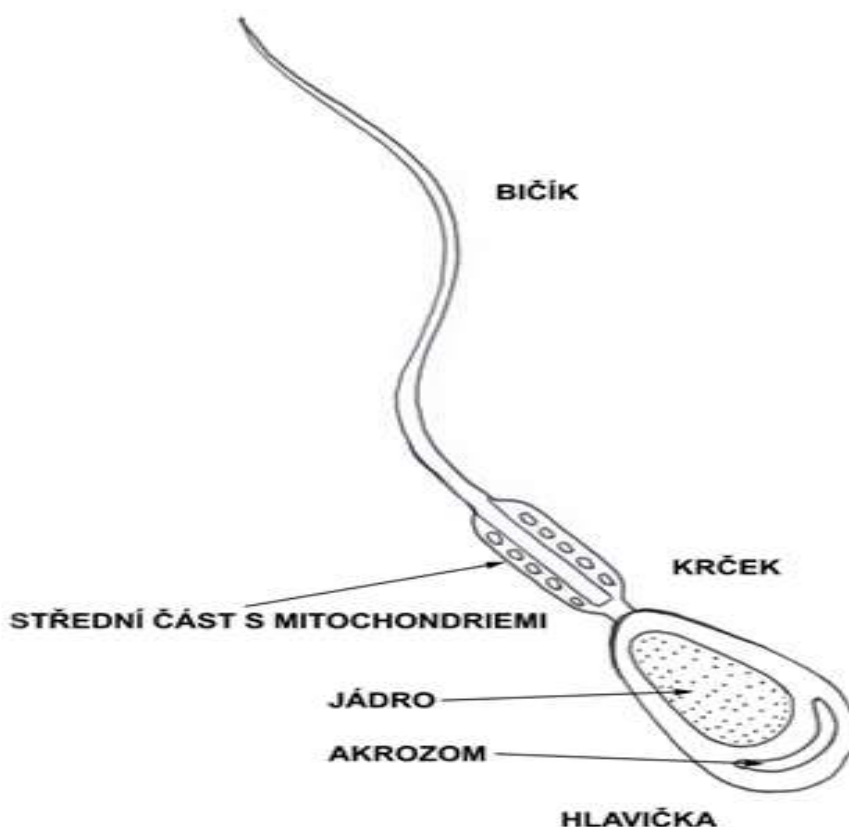
Spermie se skládá z hlavy a bičíku. Mezi základní části však patří i akrozóm a nukleoplazma. Obrázek s popisem spermie znázorňuje **Obr. 2**.

**Hlavička** – je ze stran zploštělá a v místě spojení s bičíkem se zužuje. Její obsah je **nukleoplazma**, která nese otcovský dědičný materiál (chromozomy), (Kliment, 1983).

**Akrozóm** – se skládá z mukopolysacharidu a enzymů. Pokrývá hlavičku spermie a slouží k naleptání buněčné stěny vajíčka a proniknutí dovnitř (Jelínek *et al.*, 2003).

**Bičík** – umožňuje pohyb, a tedy transport spermie do místa oplození (Věžník *et al.*, 2004). Je tvořen 4 částmi. První částí je krček, který spojuje bičík s hlavičkou. Dále přechází ve spojovací část, která je charakteristická velkým

počtem mitochondrií a je hlavním „motorem“ bičíku (Jelínek *et al.*, 2003). Následující částí je hlavní část bičíku, která je nejdelší částí bičíku, asi 70 – 80 %. Zajišťuje soudržnost osových vláken, pevnost a pružnost při kmitání bičíku (Věžník *et al.*, 2004). Koncová (terminální) část bičíku je tvořena neobaleným osovým vláknem (Jelínek *et al.*, 2003).



**Obrázek 2:** Popis spermie (Anonym 5)

## 2.10 Plodnost kanců

Plodnost kanců je schopnost vykonávat koitus a produkovat sperma do vysokého věku. Rozmnožovací schopnost zahrnuje vlastnosti jako je pohlavní dospělost, pohlavní potence a oplozovací schopnost. Oplozovací schopnost je vyjádřena počtem potomstva vyprodukovaného v průběhu 1 roku (Stupka *et al.*, 2013). Plodnost kanců je závislá na kvalitě spermatu a vyjadřuje se počtem narozených selat od prasnice po plemeníkovi. Plemeníkova plodnost je závislá na pohlavní dospělosti, pohlavní potenci a oplozovací schopnosti spermií. Plodnost u kance roste s věkem a nejlepších výsledků plemeníci dosahují mezi 18. – 30. měsícem věku (Máchal, 2011).

Určité faktory ovlivňují plodnost kanců. Ty se rozdělují na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory patří pohlavní dospělost, která by se neměla uspěchat z důvodu kvality ejakulátu. Dále pak pohlavní potence kance, která vyjadřuje libido, kvalitu sexuálních reflexů a počet skoků s vyrovnanými kvantitativními i kvalitativními parametry. Plodnost může ovlivnit i měsíc narození kance, kdy nejlepších parametrů dosahují kanci narození na podzim, a plemeno kance. Mezi vnější faktory patří výživa, která je bezesporu nejdůležitějším faktorem, vliv ročního období a teploty, které jsou s obdobím spojené a také metodika plemenitby (Říha, 2001).

## 2.11 Způsoby odběru kanců

Odběr ejakulátu v inseminačních stanicích probíhá v přípouštěcím boxe při vzeskoku na fantom. První z variant odběru ejakulátu je přes umělou vagínu, která je předeřhřátá na 39 – 42 °C a vyvíjí tlak na šroubovité zakončení pyje. Mnohem častější variantou odběru je však metoda manuální, tedy odběr do ruky. Tato metoda splňuje podmínky teploty i tlaku. Ruka, díky navlhčené gumové rukavici, simuluje děložní krček prasnice. Ošetřovatel by neměl snižovat tlak ruky na penis kance při ejakulaci, aby nedošlo k přerušení ejakulace. Ta trvá přibližně 5 – 7 minut (Říha *et al.*, 2003).

Při ejakulaci se mění složení ejakulátu. Rozeznáváme tak 3 frakce:

**Prespermatickou frakci**, což je to nažloutlý a lepkavý sekret produkovaný bulbouretrálními žlázami, který obsahuje jen minimální množství spermií. Tato frakce se do inseminačních dávek neodebírá z důvodu vysokého mikrobiálního znečištění. Z fyziologického hlediska slouží jako výplach močové trubice samice a zvlhčení vagíny (Louda *et al.*, 2001).

**Spermatická frakce**, probíhá asi 1 až 3 minuty a během této doby se vyloučí asi 80 % celkového množství spermií. Z celkového obsahu tato frakce tvoří asi 30 – 50 %. Obsahuje krom spermií sekret z nadvarlat a malé množství sekretu z prostaty, semenných váčků a také bulbouretrálních žláz (Říha, 2001).

**Postspermatická frakce** tvoří poslední fázi ejakulace. Obsahuje jen malé množství spermií avšak největší množství semenné plazmy, díky tomu je největší objemovou částí ejakulátu. Jeho funkční úlohou je vytvořit zátku v pohlavní soustavě samice, aby nedocházelo k výtoku spermií (Louda *et al.*, 2001).

## 2.12 Hodnocení a parametry ejakulátu kanců

V každém inseminačním provozu musí být nejprve zkontrolována kvalita semene, než je možná výroba kvalitní inseminační dávky (**Tab. 3**). Tyto parametry spermatu kance v inseminaci jsou stanoveny v zákoně č. 471/2000 (Říha, 2001). Kvalita ejakulátu dle normy, by měla mít objem minimálně 100 ml, u Duroca 80 ml. Koncentrace spermií by měla být 200 tisíc a více na mm<sup>3</sup>. Celkový počet spermií v ejakulátu by neměl klesnout pod 30 miliard, počet spermií v jedné inseminační dávce by měl být 1 – 3 miliardy. Aktivita spermií by neměla klesnout pod 70 %, abnormálních spermií by mělo být max. 20 % a skladovatelnost spermií by měla být alespoň 5 dní (Louda *et al.*, 2001). Toto hodnocení se stanovuje z důvodu určení kvality a zjištění možnosti dalšího zpracování a použití pro inseminaci. Spermie by měli mít přímočarý pohyb vpřed za hlavičkou a normální morfologické utváření s neporušeným akrozomem. Správné a neporušené genetické vybavení spermie jí dává předpoklad, že po oplození vajíčka proběhne neporušený vývoj a zárodek bude životaschopný (Bažant, 1988).

**Tab. 3:** Požadavky na kvalitu inseminační dávky (Říha, 2003)

Krátkodobě konzervované sperma	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Objem inseminační dávky je nejméně 100 ml (80 ml)</li><li>2. Neobsahuje patogenní organismy</li><li>3. Obsahuje <math>1,5 * 10^9</math> aktivních spermií v jedné dávce</li></ol>
Dlouhodobě konzervované sperma	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Aktivita spermií po rozmražení je 30 % a více</li><li>2. Obsah aktivních spermií je alespoň <math>2,5*10^9</math></li><li>3. Neobsahuje patogenní organismy</li></ol>

## 2.13 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky bránící oxidačním procesům, které probíhají v organismu (Svačina *et al.*, 2007). Jsou to látky rozpustné v tucích i vodě. Mají dvojitý účinek působení. Některé antioxidanty působí preventivně proti zahájení reakcí buněk

s volnými radikály, jiné přerušují řetězovou reakci volných radikálů a mění je na stabilní prvky (Ortembergová, 2002). Mezi nejznámější antioxidanty z řad vitamínů patří vitamín C (kyselina L-askorbová) a vitamín E (alfa-tokoferol), z řad prvků to jsou selen, zinek, mangan a železo a z řad enzymů je to SOD (superoxiddismutáza) a GSH (glutathion).

## **2.14 Volné radikály**

Volné radikály jsou vysoce reaktivní složky, které se přirozeně nachází v organismu. Za určitých okolností mohou poškozovat proteiny, sacharidy, lipidy nebo i DNA. Ve správně fungujícím organismu však společně v bílých krvinkách slouží k detekci a odstranění bakterií, parazitů, virů nebo například i nádorových buněk (Klimešová *et al.*, 2013). Nejznámějšími volnými radikály jsou radikály dusíku (RNS) a radikály kyslíku (ROS). Jejich rychlá reakce s jinými složkami v těle je díky tomu, že v posledním orbitalu mají vždy jeden nepárový elektron (Štípek, 2000). Aby se tato elektronová disbalance ustálila, je třeba aby se volný elektron spároval. Buď může volný radikál působit jako donor, tedy předává svůj volný elektron jiné molekule nebo působí jako akceptor, kdy přijímá volný elektron z jiné molekuly (Klimešová *et al.*, 2013). Při vystavení organismu nadměrné zátěži fyzické či psychické, dojde v organismu k velké produkci ROS. Tímto stresorem může být právě vysoká teplota a následný tepelný stres. Ten negativně působí na plodnost kanců (Horký *et al.*, 2016a).

## **2.15 Vybrané antioxidanty**

### **2.15.1 Selen**

Selen se vyskytuje ve všech buňkách a tkáních v organismu a jeho množství se mění podle množství v krmné dávce (Zeman *et al.*, 2001). Je jedním z mikroelementů, který působí v organismu mnohostranně, a je v krmné dávce normován. Díky tomu se u prasat deficiencie tohoto prvku téměř nevyskytuje (Stupka, 2013). Selen působí společně s vitamínem E jako antioxidační bariéra organismu, díky selenocysteinu, který je součástí glutathion peroxidáz (Zelenka, 2014). Má také vztah k sirným aminokyselinám. Vitamín E společně s glutathion peroxidázou chrání membránu a cytoplazmu buněk (Kvasničková, 1998). Mimo selenoproteiny, se selen dále účastní výměny látek, ovlivňuje užítkovost a udržuje integritu (celistvost) tkání u rychle rostoucích mladých prasat (Zelenka, 2014). Deficit selenu se projevuje anemií.

U běhounů a dalších kategorií může dojít ke snížené hladině glutathion peroxidázy, což má za následek poškození erytrocytů. U selat dochází ke svalové dystrofii. Při inbalanci mezi reaktivními formami kyslíku a celkovou kapacitou antioxidačního systému, může dojít k infertilitě kanců. Celkově nízká hladina selenu v dietě způsobuje zhoršené klinické výsledky jater a u novorozených selat může vést k toxicitě železa (Reece *et al.*, 2011). Denní potřeba v kompletní krmné směsi je 0,1 mg/kg sušiny u všech kategorií prasat (Stupka, 2013). Zkrmuje se buď v anorganické formě seleničitanu sodném nebo selenanu sodném, nebo jako organická forma v *Saccharomyces cerevisiae* či průmyslově vyráběném selenomethioninu nebo selenocysteinu (Zelenka, 2013). S organickým selenem se do diety přidává také vitamín C, který zvyšuje intestinální absorpci selenu a pomáhá začlenění selenu do glutathion peroxidáz. Naopak u anorganických forem přeměňuje vitamín C selen na inertní metalický selen, který je pro zvířata nevyužitelný (Racek, 2003). Při předávkování je však selen toxický, a proto je dodávaný dle zákona jen registrovaným dodavatelům premixů (Zelenka, 2014). Vysoké dávky v krmné dávce se nejvíce projevují na snížené intenzitě růstu. Dále pak anorexií, vypadávání štětín, poškození špárků (Zeman *et al.*, 2001). Experimentální testy zjistili negativní dopad, při překrmování selenu samcům, na kvalitu ejakulátu, a to v množství spermií ve varlatech, nižší motilitu a celkově vyšší procenta abnormálních a defektních spermií (Sochor *et al.*, 2012). V Evropské unii je pro prasata povolená maximální hodnota selenu 0,5 mg/kg krmné směsi, nejen z pohledu ochrany spotřebitelů, ale také především z pohledu ochrany životního prostředí (Zeman *et al.*, 2006). Podle studie Horkého *et al.* (2016a) bylo zjištěno, že směs selenu, vitamínu E a C zvyšuje antioxidační stav ejakulátu a pomáhá tak udržet jeho kvalitu na stabilní úrovni. V jiné práci pak Horký *et al.* (2016b) uvádí, že při podání selenu, zinku, vitamínu C a E se u testovaných kanců při tepelném stresu snížilo množství abnormálních spermií, oproti kontrolní skupině.

### **2.15.2 Zinek**

Zinek se vyskytuje ve všech buňkách organismu a má mnohostrannou funkci. Je součástí více jak 70 enzymů, zasahujících do metabolických procesů. Dále také funguje jako kofaktor pro další řadu enzymů (Pavlík *et al.*, 2015). Zinek v organismu působí na růst, vývin, reprodukční schopnosti, tvorbu kostí a krve, metabolismus bílkovin, nukleových kyselin a sacharidů. Posiluje také hypoglykemický účinek inzulínu (Zeman



*et al.*, 2006). Metabolismus a vstřebávání zinku je ovlivněno množstvím vápníku a mědi v dietě zvířat, kdy jejich nadlimitní příjem snižuje využitelnost zinku (Stupka, 2013). Vstřebávání zinku probíhá ve dvanáctníku, kdy část je transportována do plazmy, ale převážná většina je zachycena v cytosolech střevních buněk a slouží jako zásobárna zinku (Pavlík *et al.*, 2015). Nedostatek zinku se objevuje jen náhodně při vysokých dávkách vápníku v dietě. Při nedostatku zinku se narušují reprodukční funkce, objevují se zánětlivé vřidky v dutině ústní a nosní, otoky končetin (Zeman *et al.*, 2001). Zinek je možné využít ve vyšších koncentracích k tlumení průjmů, díky jeho antibakteriálnímu účinku. Jeho dávkování je však legislativně omezeno na úroveň 250 mg/kg z ohledu na životní prostředí (Zelenka, 2014).

### **2.15.3 Vitamín C**

Kyselina L-askorbová je významná esenciální složka potravy lidí i zvířat. V experimentálních studiích byl prokázán její vliv jako protinádorový, antisklerotický a protizánětlivý. Významné je podávání askorbátu společně s vitamínem E (Štípek, 2000). Kyselina askorbová chrání lipidy a membrány před oxidací způsobenou radikály peroxyly a hydroxyly. Posiluje imunitní systém, podporuje procesy detoxikace, snižuje hladinu toxických kovů a mykotoxinů, snižuje riziko očního zákalu (Ortembergová, 2003). Dále se uplatňuje jako přenašeč elektronů při oxido-redukčních pochodech. Chrání adrenalin, aktivuje mnohé enzymy, účastní se metabolismu fenylalaninu a tyrosinu, zasahuje do tvorby steroidních hormonů a účastní se syntézy lipidů, proteinů, metabolismu cukrů a minerálních látek (Vávrová *et al.*, 2007). Kyselina L - askorbová je prasaty syntetizována. Její syntéza však nemusí být dostatečná u selat v době odstavu a také u všech kategorií při stresu (především tepelném). Granulace krmné směsi nebo nedostatek antioxidantů v dietě může způsobit její nedostatek i přes to, že do směsi byla přidána (Zeman *et al.*, 2006). Vstřebává se v lačníku a kyčelníku. Za extracelulární antioxidant vit C je považována samotná kyselina L - askorbová nebo její směs s kyselinou dehydroaskorbovou. Oxidace kyseliny L - askorbové na dehydroaskorbovou je reverzibilní a obě látky jsou považované za biologicky aktivní. Důležitou roli hraje kyselina askorbová při přeměně cholesterolu na žlučové kyseliny v játrech. (Vávrová *et al.*, 2007). Vitamín C je také nezbytný při tvorbě kolagenu. Pokud je přidáván do krmných směsí, musí být stabilizován, aby nezoxidoval a neztratil tak svoji biologickou funkci (Zelenka, 2014). Nedostatek kyseliny askorbové vyvolává onemocnění zvané

skorbut, který je příznačný zaostáváním v růstu, poruchami ve vývoji zubů a kostní tkáň. Typickými příznaky jsou otoky dásní a uvolňování zubů v zubním lůžku. Toto onemocnění se vyskytuje u selat, ale i u lidí (Pavlík *et al.*, 2015). Dlouhodobá dieta s nedostatečným množstvím vitamínu C způsobuje hemorrhagie na sliznici ústní, nosní, střevní, v močovém měchýři a v ledvinách. Naopak při nadbytku vitamínu C v krmné dávce, se nadlimitní množství vyloučí močí. Toxikózy vitamínem C tedy nejsou u zvířat zaznamenány (Zadák, 2006). Je vhodné podávat vyšší množství vitamínu C při stresových situacích (Zelenka, 2014).

#### **2.15.4 Vitamín E**

Vitamín E je směsí tokoferolů a derivátů tokoretinolu (Štípek, 2000). Mezi nejaktivnější tokoferoly patří alfa-tokoferol, jehož jeden miligram je označován za 1 mezinárodní jednotku vitamínu E (Zeman *et al.*, 2006). Tokoferoly jsou hlavními antioxidanty, které jsou rozpustné v tucích a bojují v organismu proti volným radikálům. Oproti ostatním vitamínům, rozpustným v tucích, se vitamín E uchovává v organismu pouze po určitou dobu (cca 4-7 dní) a poté se 75 % uloženého vitamínu z organismu vyloučí (Ortembergová, 2003). Fyziologický význam má tento vitamín jako antioxidant, který stabilizuje hormony, enzymy, lipidy, celulární lyzozomální membrány a zvyšuje využitelnost vitamínu A (Zeman *et al.*, 2001). Vitamín E působí synergicky se selenem, inhibuje mutageny v gastrointestinálním traktu, podílí se na funkčním udržení membránové integrity normálních neurologických struktur a chrání erythrocyty před hemolýzou. Nedávné studie potvrzují i funkci vitamínu E v buněčných signálních drahách (Vávrová, 2007). Dále také zvyšuje detoxikační účinnost jater, má úzký vztah k buněčnému dýchání a chrání vitamín A proti poškozování při trávení a vstřebávání ve tkáních (Pavlík *et al.*, 2015). Za jeho nejvýznamnější antioxidační funkci se považuje jeho antisterilní účinek. Ten spočívá v ochraně molekul, které podléhají oxidaci. Vitamín E tedy inhibuje tvorbu toxických lipoperoxidů (Racek, 2003). Na tomto principu spočívá jeho pozitivní účinek v prevenci proti poruchám plodnosti u obou pohlaví, kde má vitamín E vliv na zárodečný epitel a působí proti jeho degradaci. U kanců je již dlouho cíleně zvyšována dávka vitamínu E z důvodu lepších výsledků při hluboké kryokonzervaci semene na vyšší koncentraci spermií a nižší produkci MDA (malonyldialdehydu – karcinogenní faktor) (Horký *et al.*, 2016a). Je spjatý v antioxidačním procesu se selenem prostřednictvím glutathion

peroxidázy, a pokud dojde k nedostatku vitamínu E, bývá detekován i nedostatek selenu. Společně aktivně chrání buňky proti volným radikálům. U prasnic se deficit projeví vyšší embryonální úmrtností, celkovým zhoršením výsledků reprodukce a také úhynem selat do 14 dnů po narození. Selata od prasnic, které měli nedostatek vitamínu E a selenu v krmné dávce při březosti, kterým je po porodu injekčně podáno železo ihned hynou nebo utrpí šok, ze kterého se dostávají 24 – 48 hodin. Selata jsou malátná, nevyhledávají struk a nechtějí pít mateřské mléko. Následkem je zpoždění ve vývinu. K nedostatku vitamínu E dochází při zkrmování nekvalitními a zoxidovanými tuky (Zeman *et al.*, 2001).

### **3 CÍL PRÁCE**

Cílem práce bylo zjistit, zda přídavek vybraných antioxidantů (selenu, zinku, vitamínu C a E) do krmné dávky plemenných kanců, bude mít za následek zlepšení kvalitativních a kvantitativních parametrů ejakulátu.

Hypotéza: Antioxidační bariéry by měly oddálit negativní účinky vysokých teplot na spermiogenezi a prodloužit tak životnost spermií.

## 4 MATERIÁL A METODY

Experiment byl proveden na inseminační stanici kanců ve Velkém Meziříčí, AGRO – Měřín - (N 49°23.46667', E 15°52.70135').

### 4.1 Kanci

Do pokusu bylo zařazeno 12 kanců plemene **Duroc** (*Sus scrofa domestica*). Průměrný věk zvířat byl 2,5 roky  $\pm$  0,2 roku. Hmotnost kanců se pohybovala okolo 275 kg  $\pm$  20 kg. Zvířata byla ustájena v individuálních boxech (2,5 x 2,5 m). Boxy byly vybaveny automatickou napáječkou s průtokem 1 l/min a krmným žlabem. Všem zvířatům bylo zkrmováno 3,3 kg základní krmné. Obsah metabolizované energie (MEp) byl 12,6 MJ/kg diety. Základní krmná dávka obsahovala 0,02 mg selenu; 21,5 mg zinku; 9,9 mg vitamínu E a 16,0 mg vitamínu C na kilogram krmné směsi. Jednotlivé komponenty krmné směsi jsou uvedené v **tabulce č. 4**. Kanci byli rozděleni do dvou skupin. První experimentální skupině kanců (n=6) bylo do krmné dávky přidáváno 0,5 mg selenu (selenomethionin); 70 mg zinku (jako oxid zinečnatý), 70 mg vitamínu E (alfatokoferol) a 350 mg vitamínu C (kyselina askorbová) na kilogram diety. Druhá skupina kanců (n=6) sloužila jako kontrolní, nebylo jí množství selenu, zinku, vitamínu E a C navýšeno. Premix byl kancům dávkován individuálně při ranním krmení pomocí přesného dávkovače. Obsah zinku, vitamínů C a E v základní krmné dávce byl vypočten na základě tabulkových hodnot (Zeman *et al.*, 1999).

Od kanců bylo semeno získáváno pomocí skoku na fantom a to v rozmezí 1x za 7-9 dní. U každého odběru bylo zaznamenáno datum, objem ejakulátu, motilita, koncentrace spermií a procenta morfologicky abnormálních spermií.

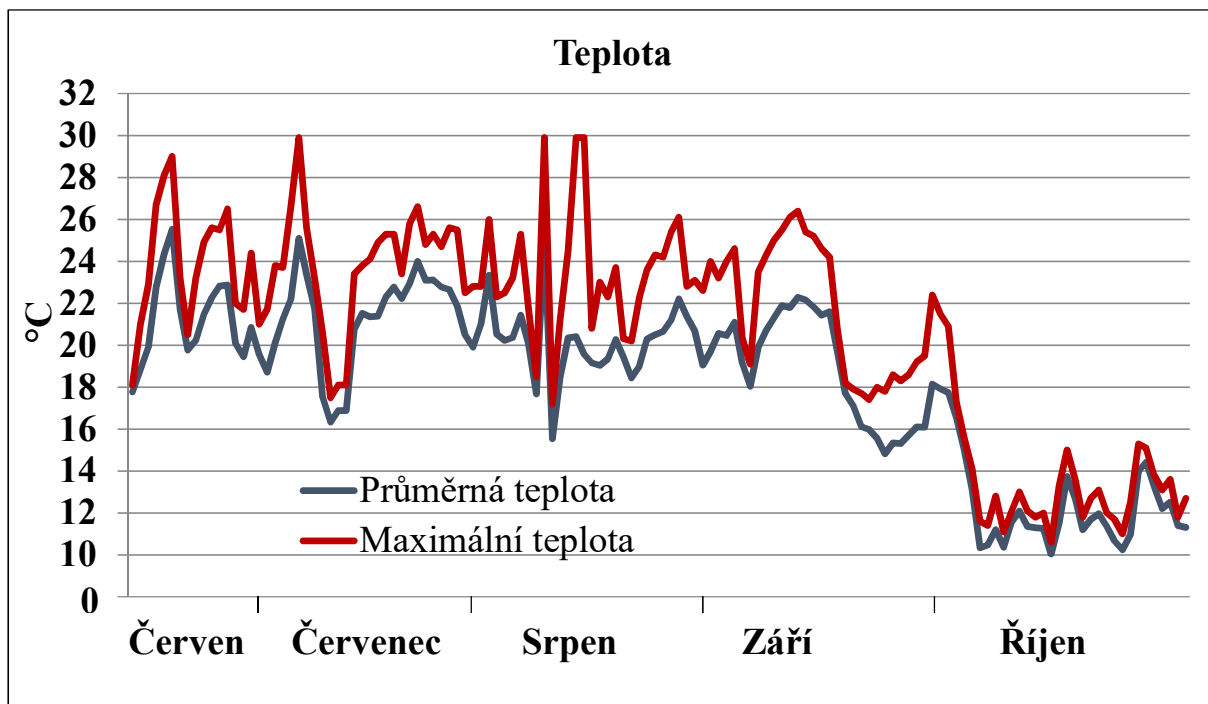
**Tab. 4:** Složení krmné směsi

Krmná surovina	% zastoupení
Ječmen zrno	36,00
Pšenice zrno	20,36
Oves zrno	20,00
Sójový extrahovaný šrot	14,50
EKPO T	3,00
Bergafat	2,10
Uhličitan vápenatý	1,50
Monodikalciumfosfát	1,20
Minerálně vitamínózní premix (0,5%)	0,50
Chlorid sodný	0,40
Oxid hořečnatý	0,15
L-lyzin HCl	0,14
L-threonin	0,09
DL-methionin	0,06

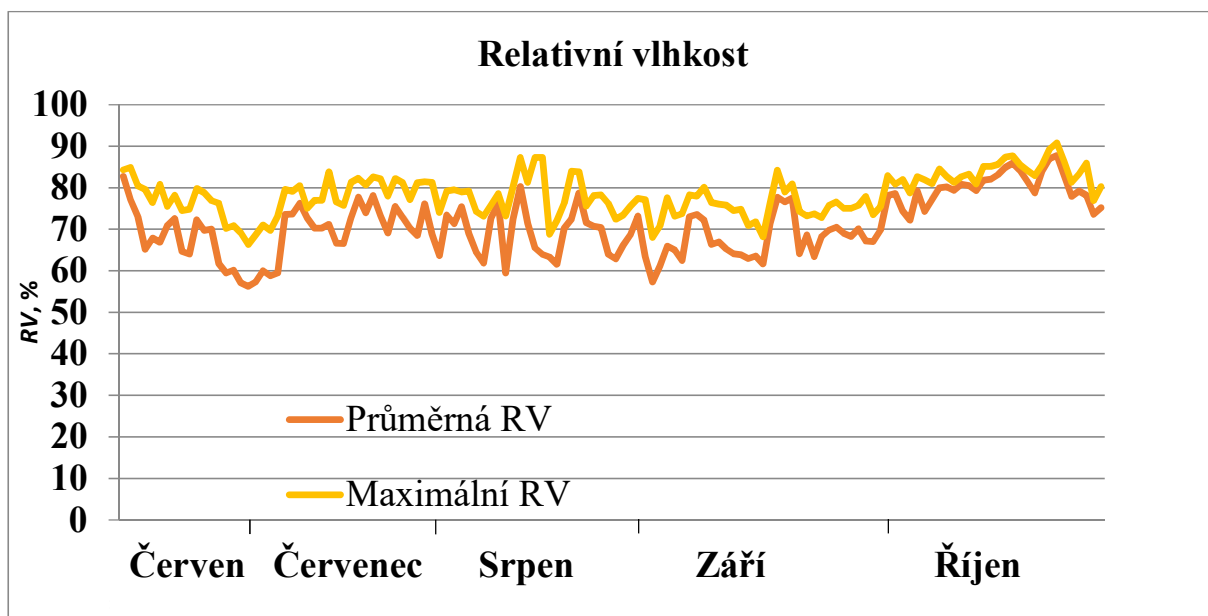
*Bergafat (Berg + Schmidt, Germany, [www.berg-schmidt.de](http://www.berg-schmidt.de)) – palmový olej;  
EKPO T (Delika – Pet, Česká Republika, [www.delikapet.cz](http://www.delikapet.cz)) – biskvitová moučka*

## 4.2 Podmínky prostředí

V průběhu celého pokusného sledování byla monitorována teplota prostředí, ve kterém se zvířata nacházela. Teplota byla sledována pomocí zařízení datalogger (Votcraft DL-121TH, Germany), které bylo umístěno na úrovni zvířat (1 m nad zemí). Datalogger zaznamenával aktuální teplotu v hodinových intervalech, z těchto hodnot byla spočítána průměrná teplota v jednotlivé dny. **Grafy č. 1 a 2** znázorňují průměrnou teplotu a sumu teplot během celého pokusu. Experimentální pozorování trvalo 120 dní (červen – září).



Graf 1: Výsledky naměřených hodnot teploty v průběhu pokusu



Graf 2: Výsledky naměřených hodnot relativní vlhkosti v průběhu pokusu

## **4.3 Metody stanovení jednotlivých parametrů ejakulátu**

### **4.3.1 Objem ejakulátu**

Objem ejakulátu byl stanoven pomocí odměrného válce s přesností  $\pm 0,1$  ml.

### **4.3.2 Koncentrace spermií v ejakulátu**

Koncentrace spermií v ejakulátu se vyjadřovala jako počet spermií (tis) v 1 ml. Koncentrace se určovala fotometricky pomocí přístroje Spekolu 11. Měření probíhalo při vlnové délce v rozmezí 340 – 850 nm. Dávkovačem pro malé množství tekutiny se nabrala do tenkostěnné zkumavky 9 ml 1 molární HCl, pomocí varipipety se přidalo 0,25 ml vzorku z rozmíchaného nativního ejakulátu a následně se vzorek promíchal. Zkumavka se zasunula do nástavce Spekolu 11 a odečetla se naměřená hodnota. Podle kalibrační tabulky se stanovila koncentrace spermatu.

### **4.3.3 Celkový počet spermií (CPS)**

Tato hodnota byla dopočítána podle vzorce:

$$\text{CPS} = \text{objem ejakulátu (ml)} * \text{koncentrace spermií (tis/ml)}$$

### **4.3.4 Motilita**

Stanovení motility bylo provedeno do 15 minut po odběru kance, mikroskopicky z šetrně promíchaného spermatu. Semeno bylo nabráno skleněnou tyčinkou, kapka semene se nanasla na předehřáté podložní sklíčko (cca 42 °C) a překryla krycím sklíčkem. Sklíčka byla předehřívána na předehřívajícím stolku, mikroskop měl také předehřívanou destičku. Mikroskopicky bylo určeno subjektivním odhadem procento spermií s přímočarým pohybem vpřed za hlavičkou, při tělesné teplotě vzorku a při zvětšení 1:40. Míra pohyblivosti se určovala v pěti zorných polích.

### **4.3.5 Stanovení procenta patologických spermií v ejakulátu**

Procento patologických spermií bylo stanoveno z prvního odběru v měsíci. Postup při přípravě vzorku: kapka semene se nanasla pomocí skleněné tyčinky na podložní sklíčko, v úhlu 45 stupňů se ke kapce přiblížilo zabroušené roztěrové sklíčko tak, aby se kapka po dotyku se sklíčkem rozprostřela po hraně sklíčka a tahem se provedl roztěr v tenké vrstvě. Morfologické posouzení (vyhodnocení abnormálních spermií na připraveném spermioqramu v pěti zorných polích – počítaly se jednotlivě všechny



abnormální spermie), barvení a vyhodnocení spermiogramu prováděl obvodní veterinární lékař (MVDr. Josef Sedmík).

#### **4.4 Statistika (zpracování výsledků)**

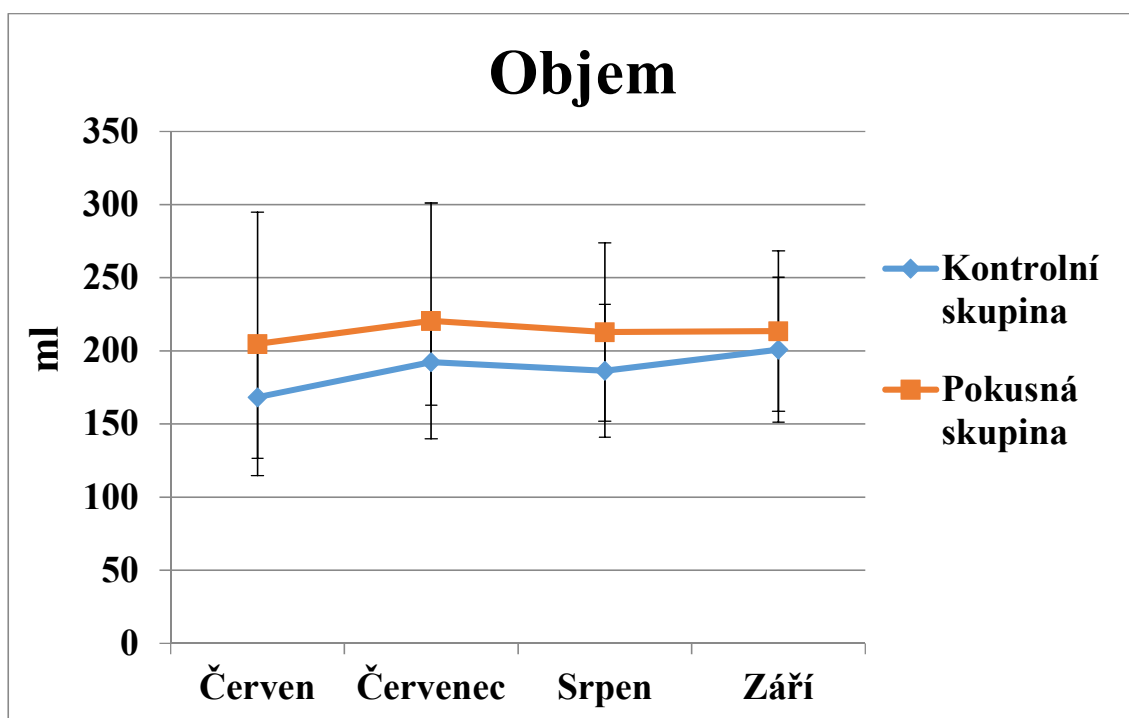
Data byla statisticky analyzována pomocí programu STATISTIKA.CZ verze 10.0 (StatSoft CR s.r.o., Česká republika). Výsledky jsou vyjádřené jako průměr  $\pm$  směrodatná odchylka. Statistická průkaznost byla sledována mezi skupinami pokusných zvířat za použití ANOVA a Scheffého testu – dvoufaktorová analýza (první faktor skupina zvířat, druhý faktor odběr vzorku) pro parametry objem ejakulát, koncentrace a motilita spermií, procento patologických spermií a celkový počet spermií. Rozdíl mezi průměry při  $P < 0,05$  byl považován za průkazný.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Objem ejakulátu

V **Grafu 3.** je znázorněno, jaký byl rozdíl objemu ejakulátu mezi pokusnou skupinou a kontrolní skupinou. Průměrný objem ejakulátu u pokusné skupiny byl 212,9 ml a u kontrolní skupiny 187,0 ml. Za celé sledované období byla naměřena průměrná teplota 20,2 °C. Na začátku experimentu, tedy v měsíci červnu, kdy průměrné teploty dosahovaly 21,3 °C, se objem u SP pohyboval na průměrné hodnotě 204,8 ml a u SK byl průměrný objem 168,3 ml. Na konci sledovaného období byla hodnota u pokusné skupiny 213,5 ml a u kontrolní skupiny 200,8 ml při průměrné teplotě 18,9 °C.

U obou sledovaných skupin je křivka velmi podobná. V tomto případě lze konstatovat, že kanci z SP mohou mít vyšší množství objemu, díky přidanému minerálně-vitaminovému doplňku. Tepelný stres se však na objemu ejakulátu ani u jedné skupiny neprojevil.

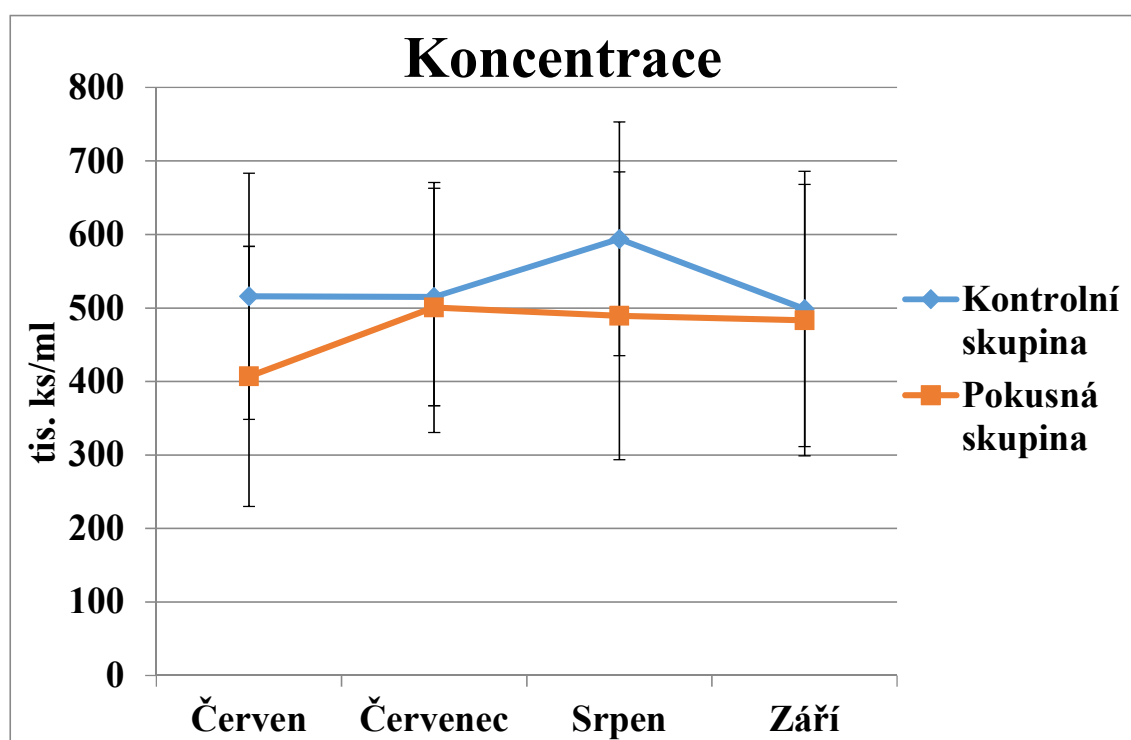


**Graf 3:** Množství objemu ejakulátu za dobu pokusu

## 5.2 Koncentrace spermií

V **grafu 4.** je vidět koncentrace spermií u obou skupin. Na začátku pokusu byla u pokusné skupiny naměřená průměrná hodnota 406,9 tis. ks/ml a u kontrolní skupiny 515,8 tis. ks/ml. U pokusné skupiny se průměrné hodnoty za červenec navýšili na 500,8 tis. ks/ml a poté měli lehkou tendenci klesat. U kontrolní skupiny se průměrná hodnota za červenec téměř nezměnila, ovšem v srpnu se koncentrace výrazně zvýšila na 594,0 tis. ks/ml a v září výrazně klesla na 498,7 tis. ks/ml.

U pokusné skupiny mohlo dojít k navýšení koncentrace díky doplnění antioxidantů. Ty pak zabezpečili stálou koncentraci po celý čas sledování. U skupiny kontrolní sice došlo k náhlému navýšení koncentrace následované však výrazným poklesem. Koncentrace u skupiny kontrolní je tedy poměrně nestabilní, což není příznivé pro tvorbu ID.

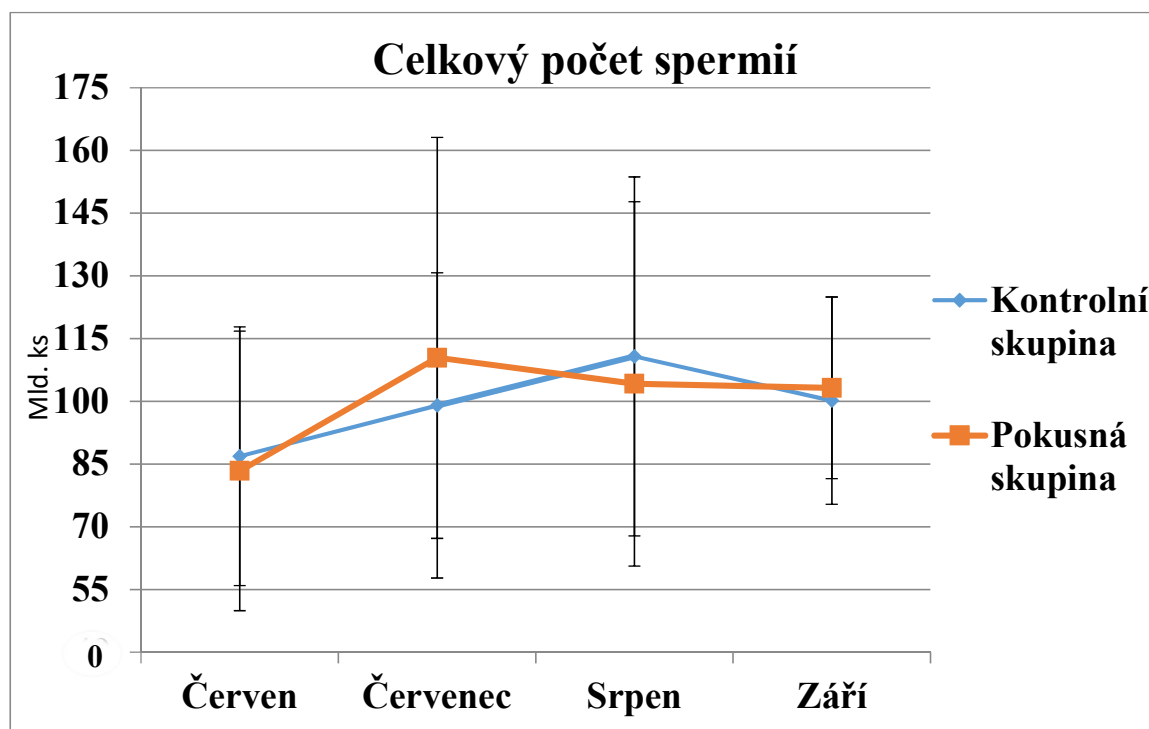


**Graf 4:** Koncentrace spermií za dobu pokusu

### 5.3 Celkový počet spermií v ejakulátu

V celkovém počtu spermií, který jsme získali výpočtem přes vzorec, byli hodnoty velmi podobné na počátku sledování (**Graf 5.**). U pokusné skupiny došlo během července ke znatelnému navýšení ze 83,3 mld. na 110,4 mld. Poté však v srpnu následoval lehký pokles a během září byli průměrné hodnoty na 103,2 mld. U kontrolní skupiny byl nárůst počtu spermií pozvolný. Nejvyššího průměrného počtu se dosáhlo v srpnu, kdy hodnota byla 110,7 mld. z původních červnových 86,3 mld. Do září však také nabrala spád a to na 100,1 mld.

Poměrně rychlé navýšení u pokusné skupiny přisuzují opět podání vitamínově-minerálnímu doplňku KD, která právě zajistila vyšší produkci počtu spermií a následně nižší snížení. U kontrolní skupiny došlo také k navýšení, ovšem až o měsíc později. Ke konci pokusu byli hodnoty obou skupin opět podobné jako na začátku pokusu. Žádné z naměřených hodnot však nebyly statisticky průkazné ( $P > 0,05$ ).

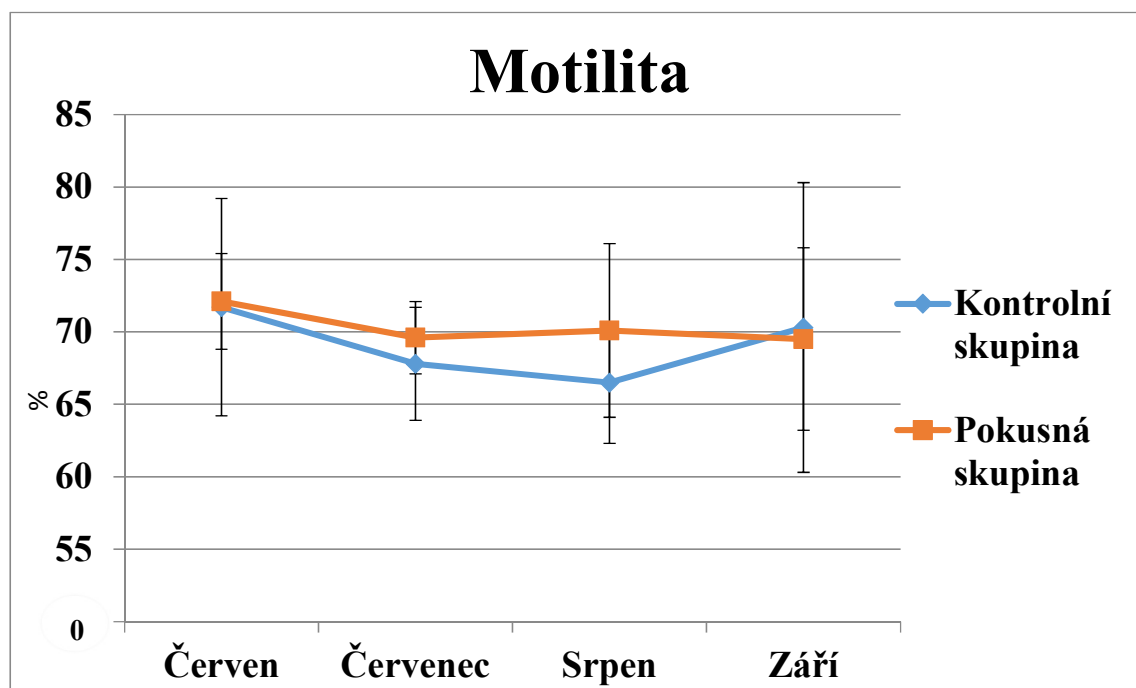


**Graf 5:** Celkový počet spermií v průběhu pokusu

## 5.4 Motilita spermií

**Graf 6.** znázorňuje motilitu spermií u obou skupin za sledované období. U pokusné skupiny byla na začátku pokusu naměřena hodnota motility spermií 72,1 % a u kontrolní skupiny byla naměřena hodnota 71,7 %. Během pokusu hodnoty lehce kolísaly, přičemž pokusná skupina měla celkově lepší výsledky než skupina kontrolní. V září byly výsledky měření podobné jako na začátku měření. U obou skupin došlo k lehkému poklesu motility. U pokusné skupiny byla naměřená hodnota 69,5 % a u kontrolní skupiny 70,3 %.

Z důvodu statisticky neprůkazných ( $P > 0,05$ ) výsledků můžeme konstatovat, že tepelný stres neměl vliv na motilitu kanců. Ti měli stabilní výsledky u obou skupin. Nejvyšší rozdíl u SP byl pokles průměrných hodnot mezi červnem a červencem, který činil 2,5 %. U druhé skupiny byl nejvyšší rozdíl mezi srpnem a zářím, kdy se motilita zvýšila o 3,8 %.



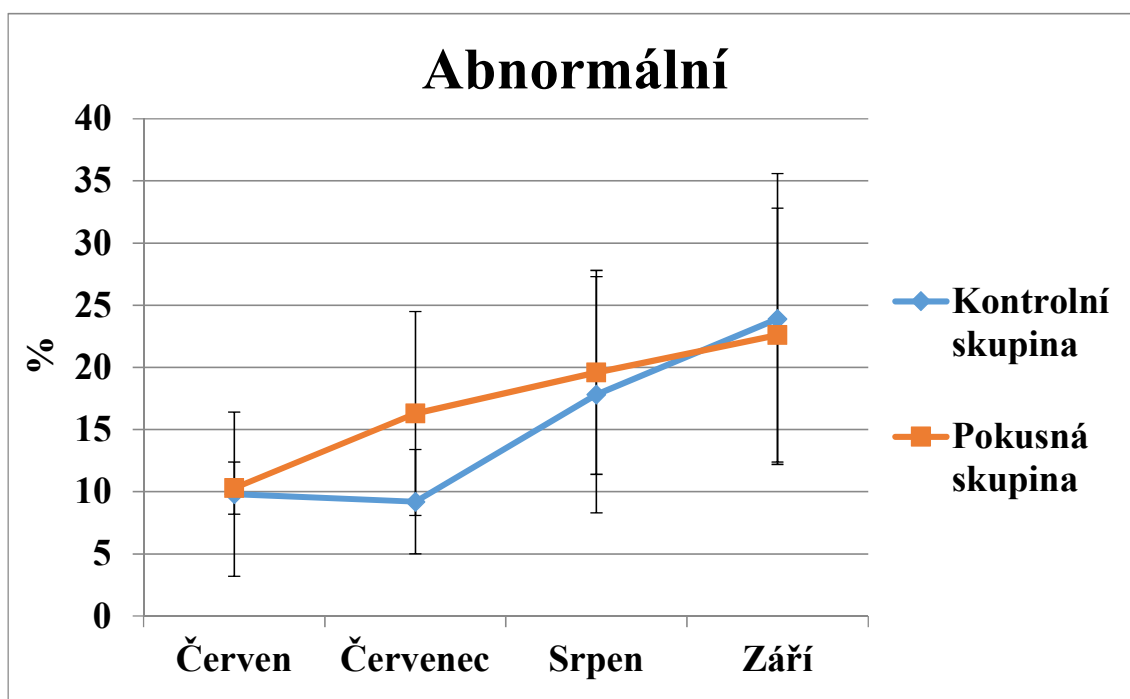
**Graf 6:** Motilita spermií za sledované období

## 5.5 Počet abnormálních spermií

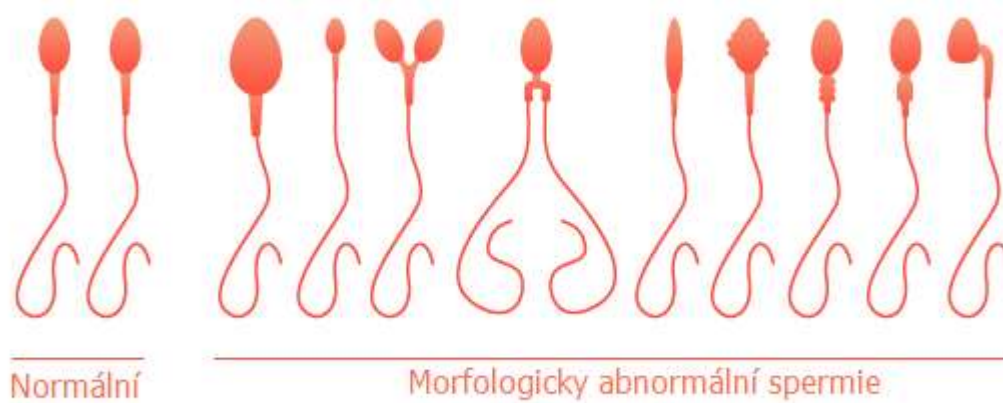
Rozdíl mezi morfologicky správně vyvinutou spermií a abnormálně vyvinutou spermií, znázorňuje **Obr. 3**. V **grafu 7**. je vidět, jak teplotní stavy během pokusu se projeví na počtu abnormálně vyvinutých spermií.

Na začátku sledovaného období byl počet abnormálních spermií u obou skupin téměř shodný (pokusná skupina 10,3 %; kontrolní skupina 9,8 %). U skupiny pokusné se však začalo konstantě zvedat množství abnormálních spermií v průběhu celého období. Měsíčně byl průměrný nárůst abnormálních spermií asi o 3 %. U kontrolní skupiny se vliv vyšších teplot na abnormalitě spermií projevil až od srpna. V červenci dokonce bylo množství abnormálních spermií méně než v červnu (o 0,6 %). V srpnu pak však přišlo vysoké zvýšení (o 8,6 %) a v září hodnoty převýšili skupinu pokusnou o 1,3 % (na 23,9 %).

Statisticky průkazné ( $P < 0,05$ ) bylo měření u pokusné skupiny za období mezi červnem a červencem (9,3 %) a za celé sledované období (12,3 %). I u kontrolní skupiny bylo měření statisticky průkazné, a to za období červenec až srpen (8,6 %), srpen až září (5,1 %) a za celé sledované období (14,1 %). Můžeme z toho tedy usoudit že vysoké teploty a následný stres u zvířat vyvolá vyšší procento morfologicky abnormálních spermií.



**Graf 7:** Množství morfologicky abnormálních spermií v ejakulátu v průběhu pokusu



**Obr. 3:** Srovnání morfologicky správně vyvinuté spermie a morfologicky abnormálně vyvinutých spermíí (Anonym 4, 2014)

## 6 DISKUZE

Pozitivní vliv antioxidantů na organismus je znám již dlouho. Vliv na kvalitu semene je stále zkoumán. Průkazné výsledky zaznamenali Horký *et al.* (2016a), kdy zjistili, že přidavek antioxidantů do základní diety kanců neovlivňuje kvalitu spermií, nicméně stabilizuje kvalitu ejakulátu. Tato hypotéza byla v tomto pokusu potvrzena.

Pokus byl zaměřený na zhodnocení vlivu vysokých teplot na kvalitu a kvantitu ejakulátu. Při sledování kvalitativních ukazatelů (motilita, abnormální spermie) byly pozorovány nejlepší výsledky v zimních měsících, kdy je pro prasata příznivější teplota. Naopak v letních měsících dosahoval nejvyšších hodnot objem ejakulátu (Smital, 2008). V pokusu Knechta *et al.* (2014) bylo prokázáno, že s vyšším objemem se snižuje koncentrace spermií. To v našem pokusu nemůžeme zcela potvrdit. U kontrolní skupiny se koncentrace spermií v průběhu srpna poměrně výrazně zvýšila. U pokusné skupiny došlo ke zvýšení koncentrace již v průběhu července, následované mírným klesáním v průběhu pokusu. Nejvyšší koncentrace spermií je pravidelně na inseminační stanici zaznamenávána na konci podzimních měsíců. V nejteplejších měsících na jaře a v létě, je koncentrace spermií nejnižší, a s tím je spojeno i množství vyrobených inseminačních dávek (Kunavongkrit *et al.*, 2005).

Dalším sledovaným parametrem byla motilita. Roční období by nemělo mít vliv na motilitu spermií (Knecht *et al.*, 2014). V našem pokusu se u obou skupin motilita spermií pohybovala okolo 70 % v průběhu celého pokusu, kdy denní maxima dosahovala 28 °C i několik dní. Barranco *et al.* (2013) ve své práci uvádějí však jiné výsledky. Motilita spermií v jejich pokusu se v letních měsících výrazně snížila v porovnání s ostatními měsíci. Tyto výsledky potvrdila ve své práci i Přibilové (2016). Další práce uvádějí, že teplota by neměla mít vliv na motilitu spermií, pokud jsou kanci ve správné kondici a bez zdravotních obtíží.

Posledním sledovaným parametrem bylo množství abnormálně vyvinutých spermií. Smital (2008) uvádí, uvádí, že v letním období, je kvalita nejnižší, z důvodu probíhajícího tepelného stresu. Tuto hypotézu jsme potvrdili ve statisticky průkazném nárůstu morfologicky abnormálních spermií u obou sledovaných skupin. Čerovský *et al.*



(2005) uvádí, že vliv tepelného stresu je právě nejviditelnější na počtu abnormálních spermií a abnormalita je nejčastěji způsobená protoplazmatickou kapkou.

Li *et al.* (2015) měřili teplotu u kanců v rektu a šourku při tepelném stresu, kdy byla naměřena venkovní teplota nad 28 °C po dobu více jak tři dní. Tato metoda je považována za nejpresnější (Jonson *et al.*, 2004). Li *et al.* (2015) zjistil, že se zvýšilo procento morfologicky abnormálních spermií, ale funkce přídatných pohlavních žláz nebyla narušena. Zvýšená teplota v šourku zapříčiňuje zhoršenou spermiogenezi, která vede k vyššímu výskytu abnormálně vyvinutých spermií (Ahmad *et al.*, 2012).

Při porovnání hodnot a kvality v průběhu celého roku, je znatelný pokles kvality semene v letních měsících. Do konce zimního období se kvalita zvyšuje a v průběhu jara začíná lehce klesat. Díky vyšší kvalitě v zimních měsících bylo zjištěno, že po inseminaci těmito dávkami se rodí i nejvyšší počet selat (Steyn *et al.*, 2012). Pokud je kancům i prasnicím přidáváno 0,15 – 30 mg selenu/kg krmiva, jsou výsledky reprodukce u moderních genotypových prasat velmi dobré (Suray *et al.*, 2015). Hansen *et al.* (2009) uvádí, že teplota při spermiogenezi hraje významnou roli ve vývoji gyno a andro spermií. Při vyšších teplotách dochází k převaze samičího pohlaví.

## 7 ZÁVĚR

Výsledky pokusu dokazují, že vysoká teplota způsobuje tepelný stres u kanců, který má vliv na některé parametry ejakulátu. V obou skupinách byli zařazeni téměř stejně staří kanci, kteří měli na začátku pokusu velmi podobné hodnoty ejakulátu. Tedy obě skupiny kanců byli plně využívány v inseminačním programu a byly bez výrazných zdravotních problémů, které by mohli zkreslovat pokus.

Vliv teplot měl v tomto pokusu vliv pouze na množství abnormálních spermií, kdy se v průběhu pokusu zvyšovalo množství abnormálně vyvinutých spermií u obou skupin. Pokusná skupina měla stabilní nárůst od začátku pokusu. Kontrolní skupina měla nárůst až o měsíc později. Z těchto výsledků mohu soudit, že přídavek antioxidantů neměl žádný vliv na tento parametr ejakulátu.

Co se týká vlivu antioxidantů na další parametry ejakulátu, pokusná skupina měla stabilnější a vyrovnanější hodnoty ejakulátu oproti kontrolní skupině. To je z pohledu inseminační stanice praktičtější, z důvodu zachování kvality inseminačních dávek. Tuto skutečnost přisuzuji zvýšené antioxidační bariéře vzniklé přídavkem antioxidantů k základní krmné dávce. Výsledky však nejsou statisticky průkazné.

## 8 ZDROJE

AHMAD, G., MOINARD, N., ESQUERRÉ-LAMARE, C., MIEUSSET, R., BUJAN, L.: *Mild induced testicular and epididymal hyperthermia alters sperm chromatin integrity in men*. *Fertility and Sterility*. 2012, 97:546–53.

ANONYM 1 - Data z: [www.czso.cz](http://www.czso.cz)

ANONYM 2 - Data z: [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)

ANONYM 3 - [http://www.schpcm.cz/slechtenti/metodiky/02\\_plem\\_stan.pdf](http://www.schpcm.cz/slechtenti/metodiky/02_plem_stan.pdf)

ANONYM 4 - <http://www.genea.com.au/my-fertility/why-genea/blog/all-blog/october-2014/understanding-male-fertility-tests>

ANONYM 5 - <http://www.zdravaspermie.cz/spermiogram/>

BARRANCO, I., ORTEGA M., D., MARTINEZ-ALBORCIA M., J., VAZQUEZ, J., M., MARTINEZ, E., A., ROCA, J.: *Season of ejaculate collection influences the freezability of boar spermatozoa*. *Cryobiology* [online]. 2013, 67(3), 299-304 [cit. 2016-01-24]. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2013.09.001. ISSN 00112240. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011224013002204>

BAŽANT, J.: *Inseminace prasat*, Státní plemenářské podniky, Praha, 1988.

BLAIR, R.: *Nutrition and Feeding of Organic pigs*. London: Cromwell Press, 2007. 318 s. ISBN: 978-1-84593-191-9.

BROUČEK, J.; BOTTO, L.; ŠOCH, M.: *Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2008. Metodika pro zemědělskou praxi (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta). ISBN 978-80-7394-095-9.

CHOPRA, S.; HOGAN, S. C.: *Játra: diagnóza, terapie, rekonvalescence*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2006. ISBN 80-7205-221-7.

CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A.: *Nutrition of Sows and Boars*. Vyd. 1. Nottingham : Nottingham University Press, 2003. 377 s. ISBN: 978-1-897676-530

COCQ, F., JEDLIČKA, M.: *Jak zvládat tepelný stres. Náš chov*. 2012, dostupné z:

<http://naschov.cz/jak-zvladat-tepelny-stres/>

ČEŘOVSKÝ J.: *Reprodukční potenciál prasat a jeho využití*. In: Zdravotní problematika v chovu prasat, Praha-Uhřetěves, 2005, VUŽV, s 27 - 32

DOLEŽAL, O.: *Metody eliminace tepelného stresu – významná chovatelská rezerva*. Praha – Uhřetěves, 2010. Dostupné z:

[http://www.cestr.cz/files/nezarazene\\_dokumenty/publikace\\_tepel.\\_stres3.pdf](http://www.cestr.cz/files/nezarazene_dokumenty/publikace_tepel._stres3.pdf)

HANSEN, P. J.: *Effects of heat stress on mammalian reproduction*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online], 2009, vol. 364, issue 1534, s. 3341-3350 DOI: 10.1098/rstb.2009.0131.

HORKÝ, P.: *Atlas of nutrition and reproduction of breeding boars and sows*. Brno: Mendel University in Brno, 2015. ISBN 978-80-7509-290-8.

HORKÝ, P.; SOCHOR, J.; SKLÁDANKA, J.; KLUSONOVÁ, I.; NEVRKLA, P.: *Effect of selenium, vitamins E and C on antioxidant potential and quality of boar ejaculate*, Brno: Mendel University in Brno, 2016a.

HORKÝ, P.; ZEMAN, L.; SKLÁDANKA, J.; NEVRKLA, P.; SLÁMA, P.: *Effect of selenium, zinc, vitamins C and E on boar ejaculate quality at heat stress*, Brno: Mendel University in Brno, 2016b.

JELÍNEK, P.; KOUDELA, K.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 409 s., [4] ISBN 80-7157-644

KLIMENT, J.: *Reprodukcia hospodárskych zvierat: vysokošk. učebnica pre vys.šk. poľnohosp.* Bratislava: Príroda, 1983. Živočišna výroba (Príroda).

KLIMEŠOVÁ, I.; STELZER, J.: *Fyziologie výživy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3280-9.

KNECHT, D., ŠRODOŇ, S., DUZIŃSKI, K.: *The influence of boar breed and season on semen parameters*. *South African Journal of Animal Science*. 2014. (44). ISSN 2221-4062.

Dostupné

z:

<http://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/102562/92832>

- KUNAVONGRIT, A.; SURIYASOMBOON, A., LUNDEHEIM, N., HEARD, T. W.; EINARSSON, S.: *Management and sperm production of boars under differing environmental conditions*. Theriogenology. 2005, č. 2, s. 657-667. ISSN: 0093-691X
- KURSA, J.: *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. ISBN 80-7040-290-3.
- KVASNIČKOVÁ, A.: *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha: UZPÍ, 1998. ISBN 80-85120-94-1.
- LI, Y.; WANG, A.; TAYA, K.; LI, C.: *Declining semen quality and steadying seminal plasma ions in heat-stressed boar model*. Reproductive Medicine and Biology, 2015, 14(4), 171-177. DOI 10.1007/s12522-015-0205-9
- LOUDA, F.; ČEŘOVSKÝ, J.; JEŽKOVÁ, A.; STÁDNÍK, L.: *Inseminace hospodářských zvířat se základy biotechnických metod*. Praha: ČZU. 2001, ISBN 80-213-0702-1.
- MÁCHAL, L.: *Chov zvířat I - Chov hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-553-9.
- MARVAN, F.: *Morfologie hospodářských zvířat*. Vyd. 4. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakl. Brázda, 1992. ISBN 978-80-213-1658-4.
- MRKVICOVÁ, E.; KRATOCHVÍLOVÁ, P.; VYSKOČIL, I.; MAREŠ, P.; VEČEREK, M.; KŘÍŽOVÁ, Š.; VAŠÁTKOVÁ, A.: *Katalog krmiv*, 2007, dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/krmiva/page.php](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/page.php)
- NITRAYOVÁ, S.; BRESTENSKÝ, M. DDGS: Nový komponent krmných zmesí pre ošípané. *Krmivářství*. 2009, 3, s. 30-31. ISSN 1212-9992.
- ORTEMBERGOVÁ, A.: *Mládneme s antioxidanty*. Praha: Ivo Železný, 2003. Jak na to (Ivo Železný). ISBN 80-237-3742-2.
- PAVLÍK, A.; SLÁMA, P.: *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. Druhé upravené vydání. V Brně: Mendelova univerzita, 2015. ISBN 978-80-7509-317-2.
- POSPÍŠILOVÁ, D.: *Stájové prostředí: odborný kurz*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-915-5.

- PULKRÁBEK, J.: *Chov prasat*. Praha: Profi Press, c2005. ISBN 80-86726-11-8.
- PŘIBILOVÁ, M.: *Vliv tepelného stresu na kvalitu ejakulátu kanců*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016
- RACEK, J.: *Oxidační stres a možnosti jeho ovlivnění*. Praha: Galén, 2003. ISBN: 80-7262-231-5.
- REECE, W.O.: *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*, první vydání, Grada, Praha, 2011, ISBN 978-80-247-3282-4, 473 s.
- ŘÍHA, J.: *Reprodukce v procesu šlechtění prasat*. Rapotín, 2001.
- SAMBRAUS, H.: *Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen*. Praha: Brázda, 2006. ISBN 80-209-0344-5.
- SANOČKA, D.; KURPISZ, M.: *Reactive oxygen species and sperm cells*. Reproductive Biology and Endocrinology, 2004, 2(12), 1-7. Dostupné z: <http://rbej.com/content/2/1/12>
- SMITAL, J.: Faktory působící na efektivitu a skladování kančího spermatu v kapalném stavu. *Náš chov*. 2001, 12, s. 34-37. ISSN: 0027-8068
- SMITAL, J.: Effects influencing boar semen. *Animal Reproduction Science*. 2008, 110, s. 335-346 . ISSN 03784320.
- SOCHOR, J.; POHANKA, M.; RUTTKA-NEDECKY, B.; ZITKA, O.; HYNEK, D.; MAREŠ, P.; ZEMAN, L.; ADAM, V.; KIZEK, R.: Effect of selenium in organic and inorganic form on liver, kidney, brain and muscle of Wistar rats. *Central European Journal of Chemistry*. 2012, roč. 5, č. 10, s. 1442-1451. DOI: 10.2478/s11532-012-0064-8.
- SVAČINA, Š.; BRETŠNAJDROVÁ, A.: *Dietologický slovník*. Praha: Triton, 2008. ISBN 978-80-7387-062-1.
- STEYN, W. J.; N. H. CASEY; C. JANSEN VAN RENSBURG: *Effects of different penning conditions, feeding regimens and season on growth and carcass attributes of boars of a selected genetic line*. *South African Journal of Animal Sciences*, 2012, 42(2), 178-188.
- STUPKA, R.: *Chov zvířat*. 2. vyd. Praha: Powerprint, 2013. ISBN 978-80-87415-66-5.

STUPKA, R.; ŠPRYSL, M; ČÍTEK, J.: *Základy chovu prasat*. 2. vyd. Praha: Powerprint, 2013. ISBN 978-80-87415-87-0.

SURAY, P. F.; FISININ, V. I.: *Selenium in pig nutrition and reproduction boars and semen quality – a review*, 2015, dostupné z: [www.webofscienc.com](http://www.webofscienc.com)

ŠTÍPEK, S.: *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-704-4.

VÁVROVÁ, J.: *Vitamíny a stopové prvky 2007*. Pardubice: SEKK, 2007. ISBN 978-80-254-1171-1.

VELECHOVSKÁ, J.: Chov prasat v Evropské unii a v ČR, *Farmář*: informační měsíčník pro zemědělce. (2017), Praha: Martin Sedláček, 1995-. ISSN 1210-9789.

VĚŽNÍK, Z. a kol.: Repetitorium. *Spermatologie a andrologie a metodiky spermatoanalýzy*, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Brno, 2004, 197 s. ISBN 80-86895-01-7.

WILSON, M. E.; ROZEBOOM, K. J.; CRENSHAW, T. D.: Boar Nutrition for optimum Sperm Production. *Advances in Pork Production*. 2004, 15, s. 295-306. ISSN: 1489-1395

ZADÁK, Z.: *Magnezium a další minerály, vitamíny a stopové prvky ve službách zdraví*. Zlín: Presstempus, 2006. ISBN: 80-903350-7-1.

ZELENKA, J.: *Krmná aditiva*. 2013, dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1621](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1621)

ZELENKA, J.: *Výživa a krmění drůbeže*. Olomouc: Agriprint, 2014. ISBN 978-80-87091-53-1.

ZEMAN, L.; ŠIMEČEK, K.: *Výživa a technika krmění prasat*, Skriptum pro PGS, VŠT, Brno, 2001, 47 s.

ZEMAN, L.; ŠIMEČEK, K.; HEGER, J.: *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata*. 3. přeprac. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. ISBN 80-7157-402-3.

ZEMAN, L.; DOLEŽAL, P.; KOPŘIVA, A.; MRKVICOVÁ, E.; PROCHÁZKOVÁ, J.;  
RYANT, P.; SKLÁDANKA, J.; STRAKOVÁ, E.; SUCHÝ, P.; VESELÝ, P.;  
ZELENKA, J.: *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN:  
80-86726-17-7.



## **9 SEZNAM TABULEK**

**Tab. 1** – Bilance vepřového masa v letech 2010 – 2016 (str. 12)

**Tab. 2** – Početní stavy prasat a produkce masa v EU 28 (str. 13)

**Tab. 3** – Požadavky na kvalitu inseminační dávky (str. 32)

**Tab. 4** – Složení krmné směsi (str. 39)

## **10 SEZNAM OBRÁZKŮ**

**Obr. 1** Kanec plemene Duroc (str. 14)

**Obr. 2** Popis spermie (str. 29)

**Obr. 3** Srovnání morfologicky správně vyvinuté spermie a morfologicky abnormálně vyvinutých spermií (str. 48)

## 11 SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1** Výsledky naměřených hodnot teploty v průběhu pokusu (str. 40)
- Graf 8** Výsledky naměřených hodnot relativní vlhkosti v průběhu pokusu (str. 40)
- Graf 9** Množství objemu ejakulátu za dobu pokusu (str. 43)
- Graf 10** Koncentrace spermií za dobu pokusu (str. 44)
- Graf 11** Celkový počet spermií v průběhu pokusu (str. 45)
- Graf 12** Motilita spermií za sledované období (str. 46)
- Graf 13** Množství morfologicky abnormálních spermií v ejakulátu v průběhu pokusu (str. 47)

## 12 SEZNAM ZKRATEK

BNLV	bezdušíkaté látky výtažkové
CNS	centrální nervová soustava
DNA	deoxyribonukleová kyselina
GSH	glutathion
ID	inseminační dávka
KKS	kompletní krmná směs
KS	krmná směs
NON-GMO	negeneticky modifikované organismy
Obj %	objemová procenta
ppm	parts per milion = 0,0001%
RNS	reaktivní formy dusíku
ROS	reaktivní formy kyslíku
ŘEŠ	řepkový extrahovaný šrot
SEŠ	sójový extrahovaný šrot
SOD	superoxiddismutáza