

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



Vliv doby podávání organického selenu u hybridních prasat na vybrané ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Doc. Ing. Roman Stupka, CSc.

Autor práce: Bc. Dana Kavalířová

2012

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv doby podávání organického selenu u hybridních prasat na vybrané ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne:

.....

Bc. Dana Kavalírová

Poděkování :

Děkuji panu Doc. Ing. Romanu Stupkovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce, za mnoho cenných rad a za poskytnuté materiály a panu Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při tvorbě této práce.

Souhrn:

Tato diplomová práce shrnuje současné poznatky o selenu, především jako o prvku samotném, jeho příznivém antioxidačním vlivu na organismus a dále ve vztahu k výživě lidí i prasat. Nejdůležitější jsou jeho specifické dietetické účinky především na kvalitativní znaky vepřového masa a zvyšování obsahu ve svalovině.

Práce řeší základní principy růstu a vývinu, výkrmnosti a objasnění jatečné hodnoty zvířete, která byla posuzována na konci výkrmu testovaných jedinců pomocí detailních rozborů. Samostatná kapitola se pak zabývá otázkou kvality vepřového masa, které se úzce dotýká i samotná praktická část této práce.

Cílem práce bylo ověřit zadané hypotézy, především potvrdit ukládání selenu ve svalovině vykrmovaných prasat, a zhodnotit vliv přidávání organického selenu v různém období výkrmu na vybrané parametry výkrmnosti a na kvantitativní a kvalitativní stránku jatečné hodnoty u 69 ks hybridních prasat. Ta byla rozdělena do čtyř skupin, třech pokusných (kterým byl selen podáván v různé době výkrmu) a jedné kontrolní, které nebyl podáván vůbec. Vlastní navýšení selenu ve vepřovém masu bylo prováděno přidavkem organického selenu do krmné dávky, podáním přípravku Sel-Plex v dávce 1mg selenu na 1kg kompletní krmné směsi. Po ukončení výkrmu, při dosažení průměrné živé porážkové hmotnosti 109,8 kg, byli testováni jedinci poraženi a byl u nich proveden detailní jatečný rozbor.

Z dosažených výsledků je patrné, že maso pokusných zvířat mělo oproti kontrolní skupině, které nebyl organický selen v průběhu výkrmu podáván, lepší barvu a vyšší obsah vody. Naopak při hodnocení kvantitativních parametrů jatečné hodnoty a růstu nebyl mezi testovanými skupinami zjištěn statisticky významný rozdíl. Příznivé účinky selenu na zlepšení kvantitativní stránky jatečné hodnoty se nepotvrdily. Dále byl prokázán vyšší obsah selenu ve svalovině jedinců krmných směsí obohacenou selenem.

Selen je důležitý stopový prvek. Jeho účinky zasahují do mnoha fyziologických i biochemických pochodů v živých organismech. Spolu s vitamíny je významným antioxidantem u zvířat i u lidí. Výsledky rozborů ověřily jeho příznivý vliv na kvalitativní ukazatele jakosti masa, a tím i lepší sensorické vlastnosti masa a potvrdilo se ukládání selenu do produktů vykrmovaných zvířat. Takové maso je možné označit za funkční potravinu. Produkce svaloviny s vyšším obsahem selenu a jeho dostupnost pro cílové konzumenty by mohla v budoucnu zaručit dodávku deficitního prvku, který je pro organismus lidí nepostradatelný.

Klíčová slova: prase, výživa, selen, jatečná hodnota, výkrmnost, Sel-Plex

Summary:

This work summarizes recent knowledge about selenium, first of all as an element with antioxidative influence for the organism and further more about the relation with nutrition of people and pigs. Most important being its specific dietetic effect on the quality measures of pork.

This work solves the basic principles of growth and development, fattening capability and clarification of carcass value of the animal, which was assessed at the end of fattening period of tested individuals by detailed analysis. An extra chapter deals with the question a quality of pork. The practical part of this work is closely related to this chapter.

The goal of this work was to verify the hypothesis, especially to confirm store selenium in the muscle tissue of fattening pigs, evaluate the influence of different ways of supplying organic selenium on the quantity and quality side of carcass value of 69 specimen of hybrid pigs. It was divided into four groups, three experimental (which was selenium administered at different times fattening) and one control, that did not receive selenium all the time. The hightening of selenium level in pork was done by adding organic selenium into feed, by means of Sel-Plex, dose being 1 mg of selenium per 1 kg of feed. After reaching the average live slaughter weight 109,8 kg the tested specimen were slaughtered and a detailed analysis was done.

According to the reached results it is clear, that the meat of the experimental groups had a better colour and a bigger content of water in comparison with the meat of the control group, where no selenium was supplied. On the contrary during the evaluation of quantitative parameters of carcass value and growth there was no significant difference. The favourable influence of selenium on improvement of the quantity side of carcass value was not confirmed. Higher levels of selenium have been demonstrated in the muscle of individuals fed selenium-enriched mixture.

Selenium is an important trace element. It's influence reaches into many physiological and biochemical processes in live organisms. Together with vitamins it is a valuable antioxidant for animals and people. The results of first analysis revealed its favourable influence on the quality markers of meat. That means better organoleptic property of meat and confirmed the storage of selenium in animal fattening products. Such meat can be described as functional nourishment. The production of muscle with a higher selenium content and availability for target consumers could ensure the future supply of deficiency element which is undispensable for the human organism.

Key words: pig, nutrition, selenium, carcass value, fattening, Sel-Plex

Obsah:

1. Úvod	8
2. Literární přehled.....	11
2.1 Růst a vývin.....	11
2.1.1 Činitelé ovlivňující růst a vývin.....	12
2.1.2 Výkrmnost	12
2.2 Jatečná hodnota	13
2.2.1 Faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa	16
2.2.1.1 Faktory vnitřní.....	16
2.2.1.2 Faktory vnější.....	17
2.3 Kvalita vepřového masa	18
2.3.1 Faktory ovlivňující kvalitu masa	21
2.3.1.1 Vliv výživy.....	21
2.3.2 Jakostní odchylky vepřového masa	23
2.3.2.1 Nejvýznamnější vady masa.....	24
2.3.2.2 Fyzikální metody hodnocení kvality vepřového masa na poražených zvířatech	24
2.4 Stopové prvky	26
2.5 SELEN	28
2.5.1 Historie selenu	28
2.5.2 Chemické a fyzikální vlastnosti selenu.....	29
2.5.3 Elementární selen.....	29
2.5.4 Anorganické sloučeniny	29
2.5.5 Organické sloučeniny	30
2.5.6 Výskyt selenu v přírodě	30
2.5.6.1 Obsah selenu v rostlinách.....	31
2.5.6.2 Obsah selenu v živočišných tkáních	32
2.5.7 Biochemické funkce	32
2.5.7.1 Glutathion peroxidáza (GSHPx nebo GPx)	33
2.5.7.2 Thioredoxin reduktáza – TRR.....	35
2.5.7.3 Jodthyronin dejodáza	35
2.5.7.4 Další známé proteiny obsahující selen	36
2.5.8 Funkce v lidském organismu	37
2.5.9 Funkce selenu u zvířat	38

2.5.10 Selen a kvalita masa.....	40
2.5.11 Zdroje a biologická dostupnost.....	42
2.5.12 Sel-Plex.....	45
3. Cíl práce.....	47
4. Materiály a metodika.....	48
4.1 Chemický rozbor zastoupení selenu ve svalovině.....	51
4.2 Statistika.....	52
5. Výsledky a diskuze.....	53
6. Závěr.....	65
7. Seznam použitých zkratk.....	66
8. Seznam použité literatury.....	68

1. Úvod

Chov prasat, a s tím související výroba vepřového masa, je jak v ČR tak i zemích EU ekonomicky významným a dlouhodobě poměrně stabilním odvětvím živočišné výroby. Podíl této komodity dosahuje v ČR cca 14 % a v EU se dlouhodobě pohybuje okolo 11 – 12 %. V chovu prasat a výrobě vepřového masa má ČR dlouhodobě vytvořené předpoklady pro konkurenceschopnou efektivní výrobu a lze ji řadit mezi chovatelsky vyspělé státy. Vepřové maso je nejen v našich zeměpisných šířkách nýbrž celosvětově nejoblíbenějším, zejména pro svoji chutnost, výživnou hodnotu a provázanost na tradiční kuchyni. Cena za jatečná prasata se odvíjí od nabídky a poptávky a její růst či pád je pro tuto komoditu poměrně charakteristický.

Vstup České republiky do EU liberalizoval obchod a otevřel trh zahraniční konkurenci. Zvláště té evropské nedokáží naši chovatelé cenově konkurovat. Soběstačnost Česka v produkci vepřového masa od roku 2004 poklesla na necelých 61 % a bude se pravděpodobně i nadále snižovat.

Tabulka č. 1 - Soběstačnost Česka v produkci vepřového masa od roku 2004 do současnosti

Rok	Porážky tis.ks	Produkce celkem tis.t ž.hm.	Dovoz tis.t ž.hm.	Vývoz tis.t ž.hm.	Domácí spotřeba tis.t ž.hm.	Soběstačnost v %
2004	4085	547	89,3	75,6	564,6	96,9
2005	3760	472	164,9	47,5	585	80,7
2006	3820	449,3	165,7	44,9	572,5	78,5
2007	3956	463,7	177,7	51,5	589	78,7
2008	3672	431,6	64,6	64,6	580,5	74,4
2009	2290	370,3	58,8	58,8	569	65,1
2010	3034	366,4	68,6	68,6	577,6	63,4
2011*	2904	348,0	56,0	56,0	574	60,6

Zdroj: ČSÚ, UZEI, MZe, celní statistika - *=odhad

Tabulka č. 2 - Vývoj stavů prasat v ČR – stav ke konci období v tis. kusech

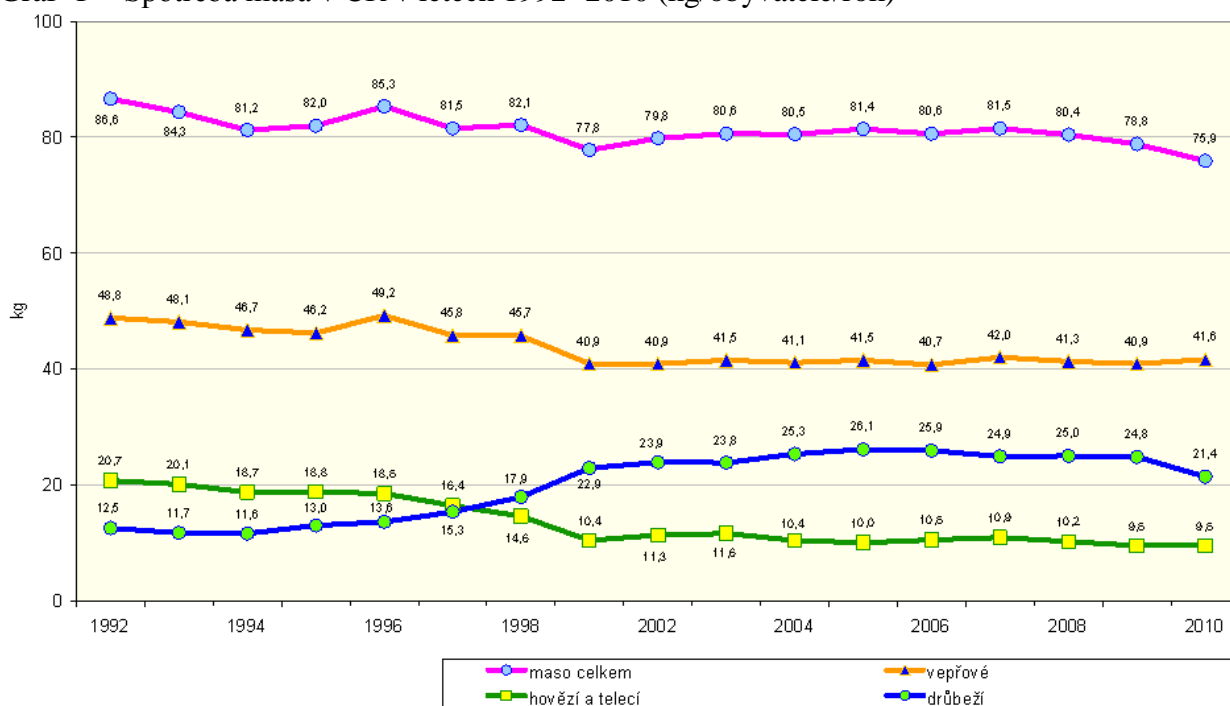
Q.	Prasata celkem						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.4.	2 876	2 840	2 834	2 433	1 971	1 909	1 749
1.8.	2 890	2 826	2 816	2 352	2 130	1 948	1 658
1.12	2 719	2 741	2 662	2 135	1 914	1 846	1 485

Zdroj: ČSÚ – výsledky živočišné výroby, Soupis hospodářských zvířat k 1. 4. 2005 - 2010, Výsledky chovu prasat k 1.-8. a k 31.12.2006 a k 1.8.2009-2010

Spotřeba vepřového masa je vysoká. Na počátku 90. let dosahovala spotřeba vepřového masa kolem 50 kg na osobu a rok, v posledních letech se snížila na 41 až 42 kg, ale stále zaujímá nadpoloviční většinu z celkové spotřeby masa (graf 1). Celkový stav prasat dlouhodobě klesá (tab. č. 2). V období 2007 - 2011 pokles produkce výrazně zrychlil. Za jednu z hlavních příčin výrazného útlumu chovů prasat v ČR, který nastal během předchozích třech let, lze označit podstatně zhoršenou ekonomiku produkce vepřového masa způsobenou vysokou cenou krmiva a nízkou CZV jatečných prasat.

Často se setkáváme s otázkou – jaká bude budoucnost chovu prasat v ČR? Je nutné si uvědomit, že se budeme pohybovat v prostředí velmi silné konkurence a stále narůstajících globalizačních tlaků. Proto je důležité, abychom znali trendy ve výrobě vepřového masa především v okolních státech, ve státech, které určují rozvoj odvětví v rámci EU (Dánsko, Německo, Španělsko, Francie) a dále, abychom měli základní informaci o vývoji ve světě.

Graf 1 - Spotřeba masa v ČR v letech 1992- 2010 (kg/obyvatele/rok)



Zdroj: ČSÚ

Chov prasat zabezpečuje více než 50% živočišné bílkoviny ve výživě obyvatel ČR. Pro stálé zlepšování výživy obyvatel a k zajištění naší konkurenceschopnosti v oblasti produkce vepřového masa je nutné mít odpovídající podíl libového masa v jatečných tělech prasat. Nelze však hledět pouze na kvantitativní stránku. Období posledních několika let ukazuje, že zákazník stále více obrací svou pozornost na kvalitu a složení vepřového masa a z něho vyplývající

senzorickou přijatelnost, zejména chutnost, jemnost, křehkost a šťavnatost a dále potom na zastoupení nutričních látek, které jsou potřebné pro růst a vývoj člověka.

Jelikož se Česká republika řadí k oblastem s deficitním výskytem selenu v půdě, odkud se odvíjí i jeho nízká koncentrace v rostlinných pletivech a následně živočišných tkáních, bylo jen otázkou času, kdy se tento prvek stane předmětem hlubšího zkoumání. Následovali jsme tak již ve světě osvědčenou metodu, kterou bylo zařazení organického selenového doplňku do krmných směsí prasat. Cílem je produkce masa vyšší kvality, masa s přidanou hodnotou.

Selen je jedním z velmi potřebných stopových prvků. Jeho účinek zasahuje do mnoha fyziologických i biochemických pochodů v živých organismech. Spolu s vitamíny je významným antioxidantem u zvířat i u lidí.

Diplomová práce měla za úkol především provést shrnutí poznatků týkajících se využití selenu při produkci vepřového masa a dále prověřit, zda bude maso takto krmených zvířat dosahovat příznivějších kvantitativních, ale především kvalitativních ukazatelů, a tím pádem lepších sensorických vlastností.

Takové maso by pak bylo pro cílového konzumenta nejen přitažlivější, ale mohlo by být díky zvýšenému obsahu selenu označeno přímo za funkční potravinu. Uvedení takového masa na trh, a jeho konzumace, by v populaci zvýšila denní příjem přírodního selenu ve stravě.

2. Literární přehled

2.1 Růst a vývin

Růst je jedním ze základních procesů charakterizujících živou hmotu a odlišující ji od hmoty neživé. Jde o nejvýraznější projev života organismů, jejich schopnosti vytvářet z neživých produktů výměnou látkovou živou hmotu (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

PAPÁČEK et al. (2000) uvádějí, že růst živočichů je převážně aktivním růstem, při němž se dělí téměř všechny buňky jejich těl. Jen v malé míře se na něm podílí zvětšování objemu buněk (růst pasivní). Růst naprosté většiny živočichů je omezený. Jejich velikost je geneticky určena. Podle ROSYPALA et al. (1998) je konečná velikost optimální poměr mezi objemem těla, jeho povrchem a funkční účinností fyziologických a orgánových systémů, zajišťujících látkovou výměnu s prostředím.

Růst a vývin je složitý biologický proces, který je charakterizován dvěma základními jevy:

- kvantitativním procesem: množením a růstem buněk (hmotnostní změny),
- kvalitativním procesem: diferenciací jednotlivých buněk různého tvaru a kvality.

Změny, které lze charakterizovat kvantitativními znaky, jako např. přírůstek hmotnosti či míry, označujeme jako růst. Změny kvalitativního rázu, tj. změny v tělesné stavbě, tvaru, vývinu orgánů a tkání až do plného a dokonalého funkčního stavu, označujeme jako vývin (HOVORKA et al., 1987).

Jedinec dosahuje určité velikosti v rámci druhové variability a ukončuje růst po dosažení pohlavní dospělosti (PULKRÁBEK et al., 1998).

Podle MAJZLÍKA (2006) je růst projev postihující změny kvantitativního charakteru, jehož základem je množení a zvětšování buněk, tkání, orgánů těla. Což se navenek projeví zvětšováním hmotnosti, objemu, povrchu a rozměrů zvířete. Vývoj definuje jako projev postihující změny kvantitativního charakteru nově vznikajícího organismu. Za důležitou složku vývoje považuje diferenciaci, danou kvalitativními změnami, při kterých dochází k funkčnímu odlišení buněk, tkání a vzniku orgánů jedince.

Růst lze tedy chápat jako zvětšování hmoty aktivních částí organismu, je ale třeba zdůraznit, že ne každé zvětšování objemu je růstem, jako například ukládání zásobních látek, především tuku, nebo hromadění produktů vylučování atd. (ŠILER et al., 1980).

Základem růstu a vývinu je dědičné založení, které je více nebo méně ovlivňováno úrovní přeměny látek v organismu a zevními činiteli, z nichž nejvýznamnější je výživa (ČEŘOVSKÝ, 1992).

Růst je těsně spojen s produkcí masa a je zřejmý především u mladých zvířat (HOVORKA et al., 1987).

Podle ZEMANA (2006) prasata potřebují k růstu (k uložení živin v těle) určité množství živin, které je definováno normou potřeby živin. Také říká, že z živin přijatých v krmné dávce rostoucí prase nejprve uhradí svoji zachovnou potřebu a teprve zbývající část živin prase použije k tvorbě přírůstku živé hmotnosti.

HOVORKA (1983) dále uvádí, že jednou z velmi důležitých vlastností prasat je schopnost produkovat během velmi krátké doby značné množství tělesné hmoty (masa a tuku). Základním úkolem v chovu prasat je produkce masa v potřebném množství a kvalitě podle požadavků obyvatelstva. Produkce masa je funkcí růstu a plodnosti.

2.1.1 Činitelé ovlivňující růst a vývin

Během evoluce bylo prase domestikováno a zušlechtováno a prodělalo rozsáhlé změny, které se dotýkají všech užitkových vlastností, a to jak plodnosti, výkrmnosti, tak i jatečné hodnoty. Činitelé, jež ovlivňují proces růstu a výkrmnost lze rozdělit na dvě základní skupiny:

- vnitřní - genetické markery, soustava vnitřní sekrece, plemenná příslušnost a hybridizace, pohlaví,
- vnější - věk a hmotnost prasat, selekce, výživa, ustájení, mikroklima (ŠPRYSL, STUPKA 2005).

2.1.2 Výkrmnost

Dědičně podmíněná schopnost zvířat k různé intenzitě tvorby živé hmotnosti, především svaloviny, při ekonomicky výhodné spotřebě živin do různého věku a živé hmotnosti. Je dána růstovými schopnostmi organismu a schopností jedince využít živiny krmiva na tvorbu jednotlivých tělesných tkání. Výkrmnost velmi úzce souvisí s konstitucí a kondicí zvířat. Nižší komplexe, a klidný temperament je podmínkou dobré výkrmnosti. Je též úzce spjata s raností.

Základním předpokladem dosažení vysoké výkrmnosti, tedy vysokých denních přírůstků a nízké spotřeby krmiv na 1 kg přírůstku, jsou zdravá, vitální a dobře vyvinutá selata, která jsou

v době odstavu zcela samostatná, tělesně normálně vyvinutá a dobře navyklá na přijímání běžných krmiv s dobrými růstovými a výkrmovými schopnostmi (STUPKA et al., 2009).

Výkrmnost tedy vyjadřuje schopnost prasete vytvářet z přijaté potravy jatečné produkty – maso a tuk. Schopnost produkovat z přijatých živin tělesnou hmotu posuzujeme třemi ukazateli:

- průměrným denním přírůstkem (ukazatel růstu),
- denní spotřebou krmiva na kus,
- spotřebou krmiva, resp. metabolizovatelné energie (MEp) na 1 kg přírůstku živé hmotnosti (ukazatel efektivity výkrmu).

Všechny tyto ukazatele spolu úzce souvisí a vyjadřují ekonomiku produkce vepřového masa (PULKRÁBEK et al., 2005).

2.2 Jatečná hodnota

Jatečná hodnota je souhrnný pojem, který vyjadřuje kvantitativní a kvalitativní hodnotu poraženého zvířete. Jatečná hodnota prasat se posuzuje nejen podle výtěžnosti, nýbrž i podle vzájemného poměru jednotlivých jatečných partií s přihlédnutím ke zmasilosti a ztučnělosti, tj. k vývinu a jakosti svalstva (masa) a tuku, jejich rozložení, podílu vnitřností, síle a podílu kostry, kůže aj..

Jatečnou hodnotou rozumíme podíl masa a tuku, který se vyjadřuje podílem hlavních masitých částí v procentech z hmotnosti půlky prasete za studena, hmotnosti kýty s kostmi v procentech z hmotnosti půlky prasete za studena, plochou příčného řezu nejdelšího zádového svalu (MLLT) v mm² a průměrnou výškou hřbetního tuku v mm. Podílejí se na ní i kvalitativní znaky masa, především barva, pH a schopnost masa vázat volnou vodu.

Jatečnou hodnotu určují tyto ukazatele:

- jatečná výtěžnost,
- poměr masitých, tučných a méněcenných částí,
- kvalita jednotlivých partií (HOVORKA, 1987).

Jatečnou hodnotu PULKRÁBEK et al. (2005) posuzuje z hlediska kvantitativního a kvalitativního.

Kvantitativními ukazateli jsou:

- podíl libového masa v %,
- průměrná výška hřbetního tuku v mm.

Při detailních jatečných rozborech v experimentálních podmínkách jsou sledovány:

- cenné části (kýta, pečeně, krkovička, plec v kg),
- méněcenné části (bok, paždík, lalok, kolínka v kg),
- jatečné odřezky (hlava, nožičky, ocásek v kg),
- tučné části (tukové krytí hlavních masitých částí - hřbetní sádlo, plstní sádlo v kg),
- poměr masa a tuku v jatečné půlce v %,
- poměr masa a kostí v %.

Z hlediska **kvalitativních** znaků jsou nejvýznamnějšími:

- světlost barvy masa,
- šťavnatost,
- křehkost,
- mramorování,
- tloušťka svalových vláken,
- vaznost,
- chuť a vůně masa,
- pH.

Barva masa je tvořena myoglobinem a hemoglobinem. Oxidací na ploše řezu vzniká oxyhemoglobin a oxymyoglobin, které jsou světlejší než myoglobin. Při delším působení vzniká metamyoglobin, který způsobuje nežádoucí hnědé zbarvení.

Šťavnatost masa je podmíněna schopností poutat vodu v tkáňových buňkách a udržet ji v mase při technologickém a kuchyňském zpracování. Obsah vody ve vepřovém mase je asi 75 %.

Jemnost masa je dána množstvím vaziva ve svalech, které kolísá od 2 do 6 % a je závislé na věku, pohlaví, výživném stavu, plemenné příslušnosti, stupni zušlechtění apod.

Mramorování masa je způsobeno výskytem intramuskulárního tuku ve svalovině. (HOVORKA et al., 1989).

Intramuskulární tuk příznivě ovlivňuje organoleptické vlastnosti masa a obsahem esenciálních mastných kyselin přispívá k racionální výživě. Vlivem negativní korelace mezi podílem svaloviny a obsahem nitrosvalového tuku dochází k poklesu intramuskulárního tuku v MLLT pod požadovanou hranici 2,6 %, čímž vepřové maso ztrácí svoje charakteristické vlastnosti (MATOUŠEK et al., 1997).

Vaznost rozumíme sílu, kterou bílkoviny masa udržují část své vody vlastní a další vodu přidanou.

Chuť a vůně masa je dána obsahem extraktivních látek, strukturou svaloviny a obsahem tuku ve svalových vláknech. Extraktivní látky obsahují poměrně velké množství aromatických látek, které dávají masu a masným výrobkům příjemnou chuť a vůni (HOVORKA et al., 1989).

pH masa se stanovuje na jatkách 45 minut post mortem (pH₄₅) – pro detekci PSE vady a 24 hodin post mortem (pH₂₄) – pro detekci DFD vady masa, a to ve svalu MLLT v místě posledního žebra (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

Dílčí znaky jatečné hodnoty se v průměru vyznačují poměrně vysokými hodnotami koeficientu dědivosti (STUPKA et al., 2009).

ŠPRYSL a STUPKA (2005) uvádějí, že při stanovení jatečné hodnoty jatečných prasat je nutno brát zřetel na řadu ukazatelů, mezi něž patří:

- jatečná výtěžnost,
- kvalita jatečně opracovaného trupu,
- zmasilost,
- jadrnost,
- lačnost,
- plemenná příslušnost,
- pohlaví, věk a hmotnost.

Jatečná výtěžnost je obecně procentuální vyjádření podílu jatečné hmotnosti z živé hmotnosti před porážkou. U prasat se tím rozumí poměr hmotnosti jatečně upraveného těla (JUT) k hmotnosti čisté. Hmotnost JUT (jatečná hmotnost za tepla) vyjadřuje hmotnost obou půlek s hlavou bez mozku a míchy, nožkami bez spárků a paspárků, včetně kruponu a kruponového tuku s tukem ledvinovým, bez ledvin a ostatních orgánů dutiny hrudní, břišní, pánevní, vyňatých s přirostlým tukem. Stanovuje se vážením v teplém stavu po ukončení porážky a veterinární prohlídky, nejpozději do 30 minut post mortem (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

PULKRÁBEK et al. (2005) definuje jatečnou výtěžnost jako procentuální vyjádření podílu jatečné hmotnosti z živé hmotnosti před porážkou. Její hodnota se pohybuje v závislosti na hmotnosti prasat v rozmezí od 72 do 84 %.

Čistá hmotnost porážková je dána hmotností zjištěnou vážením na jatkách před porážkou. Je snižena o srážku na nakrmenost nebo zvýšená o přirážku na lačnost. V provozních podmínkách se živá hmotnost před porážkou často určí pomocí koeficientu 1,26, kterým se vynásobí mrtvá hmotnost. Jatečná výtěžnost se zvyšuje se vzrůstající živou hmotností prasete a s minimalizací jatečných ztrát po zabítí (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

Kvalita jatečně upraveného těla je dána podílem jatečných partií, jejich tkáňovým složením, jakostí a výživnou hodnotou masa a tuku. Jatečné partie se na jatkách získávají dělením, respektive bouráním jatečných půlek na jednotlivé partie dle norem.

Hlavní masité části při dělení jatečné půlky jsou: krkovička, pečeně, plec s kostí bez kolínka a kýta s kostmi bez kolínka.

Zmasilost je jeden z velmi důležitých ukazatelů hodnocení jatečných prasat dodávaných k jatečným účelům. Podstatou zmasilosti je:

- stupeň vývinu kosterního svalstva,
- utváření a mohutnost osvalení tělesných partií.

Jadrnost je charakterizována jako výživný stav, respektive stupeň vykrmenosti jatečných prasat, poukazující na vhodnost k jatečným účelům. Je dána stupněm vykrmenosti zvířete, přičemž se přihlíží k mohutnosti vyvinutého svalstva na těle a množství tělesných tukových tkání.

Lačnost jatečných prasat je stav, který u nich nastává, nejsou-li krmena a napájena alespoň 12 hodin a nebyla-li předtím krmena těžko stravitelnými krmivy. Důvodem tohoto vylačnění je:

- minimalizace ztrát úhynem,
- minimalizace jakostních abnormalit vepřového masa (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

2.2.1 Faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa

Ve výkrmu prasat se na optimálním výsledku podílí mnoho faktorů. Výši podílu svaloviny a s tím spojenou výtěžnost jatečného těla ovlivňuje jak rozdílná genetik, zdravotní stav, věk, živá hmotnost, pohlaví, tak stájové klima (PIG INT., 1990). Důležitým faktorem je rovněž tvorba krmných dávek a strategie výživy a techniky krmení (DRÁPAL, 2008).

2.2.1.1 Faktory vnitřní

Dědičné založení

Prvním, nezbytným předpokladem pro dosažení vysokého podílu libového masa v jatečném těle je genetický potenciál, výběr vhodné kombinace samčí a samičí populace (DRÁPAL, 2008).

Procesy hybridizace, hledání a šlechtění vhodných mateřských a otcovských plemen, musí zajistit produkci finálního produktu, který splňuje všechna kritéria kvality jatečně

opracovaného těla a masa. Dostatečná genetická variabilita mezi plemeny a uvnitř plemen umožňuje křížením a selekcí získat potomstvo s dobrou masnou užitkovostí a kvalitou masa (ARNOŠTOVÁ et al., 2000).

U současných plemen jatečných prasat a jejich kříženců existují vysoké diference ve složení jatečného těla. To je vyjádřením individuálních meziliniových a meziplemenných rozdílů. Geneticky podmíněné diference ve vývinu jednotlivých komponentů trupu mezi populacemi jsou studovány pomocí alometrických nebo regresních koeficientů. Tendence vývoje kostry a tukové tkáně vzhledem k hmotnosti trupu je zdrojem meziplemenných rozdílů v poměru maso:kosti, nebo maso:tuk (COMBS, 1976).

Vliv pohlaví

Vliv pohlaví se uplatňuje hlavně po dosažení pohlavní dospělosti. Přibližně do 50 – 70 kg živé hmotnosti je vliv pohlaví bezvýznamný (STUPKA et al., 2009).

Ukládání tuku u prasniček je nižší než u vepříků. Souvisí to různou intenzitou růstu prasniček a vepříků i s odlišnou úrovní látkové výměny. Při bourání prasat o stejné porážkové hmotnosti je zmasilost prasniček zpravidla o 2 – 4 % větší než u vepříků. Z tohoto důvodu je vhodné provádět výkrm prasniček odděleně od vepříků a prasničky dodávat na jatka o vyšší hmotnosti. Nejpříznivějších výsledků dosahují kanečci (BAZALA, 2000; STUPKA et al., 2009).

Vliv věku a hmotnosti

Věk prasat úzce souvisí s dosaženou živou hmotností. Optimalizace porážkové hmotnosti významně ovlivňuje složení jatečných těl prasat. S věkem zvířat, tedy i s jejich hmotností, se složení těla, jatečného trupu a masa nepřetržitě mění. S nárůstem jatečné hmotnosti prasat se mění zastoupení masitých a tučných částí, a tím se mění i jatečná hodnota, přičemž dané změny v různých obdobích života mají nestejnou intenzitu (STUPKA et al., 2009; KODEŠ, HUČKO, 2001).

2.2.1.2 Faktory vnější

Výživa

Úzce ovlivňuje pomocí struktury krmné dávky, techniky a technologie krmení jatečnou hodnotu a kvalitu masa.

Biologicky hodnotná a vyrovnaná výživa umožňuje proporcionální, biologickým zákonitostem odpovídající růst a vývin zvířete, přičemž je možno z části usměrnit tvorbu

jednotlivých tělesných komponentů, ovšem jen do té míry, jak to dovoluje dědičné založení jedince (MC MEEKAN, 1940; CLAUSEN, 1955).

Nedostatečná výživa omezuje přirozenou produkční schopnost prasat danou genetickými předpoklady, zhoršuje jatečnou hodnotu tím, že zvyšuje podíl kostry a podíl méněcenných částí. Překračování potřeby živin vede k vyššímu ukládání tuku (STUPKA et al., 2009).

Teplota

Optimální hodnota zajišťuje možnost manifestace růstového potenciálu prasat při optimální tvorbě svaloviny.

V termoneutralní zóně mohou zvířata udržovat svoji tělesnou teplotu bez přidavku krmiva. Komfortní zóna zabezpečuje ideální podmínky. Při vyšší teplotě mohou prasata udržet svoji tělesnou teplotu pouze vypařováním. Protože prase nemůže vypařovat kůží, zvyšuje frekvenci dýchání. Opakem je nízká teplota. Nejnižší teplota v termoneutralní zóně se nazývá kritickou teplotou T_c . Jestliže teplota poklesne pod hodnotu T_c , zvířata nemohou dále snížit emisi tepla. To znamená, že musí dostat více krmiva, aby udržela tělesnou teplotu. V takovém případě je významná část krmiva použita pro produkci tepla. Kritická teplota T_c a rovněž komfortní zóna jsou silně závislé na věku (nebo hmotnosti), a přímo ovlivňují konverzi krmiva (= produkci tepla) u zvířat (WILMS, MARTINEK, 1996).

MAJZLÍK (2006) uvádí, že teplota prostředí působí v závislosti na druhu a kategoriích. Dále uvádí, že u kategorií s nedostatečně vyvinutou termoregulací (selata, kuřata) působí nízká teplota jako stresový faktor zastavující růstové procesy.

Teplota je předpokladem pro normální průběh všech funkcí organismu a má proto význam nejen pro udržení dobrého zdravotního stavu, ale i pro užitkovost. Odpovídající teplota prostředí je nutná pro zajištění normálního průběhu metabolických pochodů a pro zachování energetické rovnováhy (HOVORKA et al., 1987).

2.3 Kvalita vepřového masa

Maso jako potravina

Do masa v širším slova smyslu patří veškeré požitelné části zabitých zvířat, tj. svalstvo a vnitřnosti (srdce, játra, ledviny, plíce, mozek atd.). Nejdůležitější pro výživu lidí je svalstvo. Maso v užší slova smyslu je příčně pruhované kosterní svalstvo zvířat s vrostlými kostmi, cévami, nervy a mízními uzlinami (HOVORKA et al., 1987).

Maso není jen zdrojem bílkovin a oblíbenou potravinou, je i zdrojem minoritních složek, které mají velký nutriční význam pro konzumenta. Jde o vitamíny a minerální látky, které se v jiných potravinách buď nevyskytují, nebo je jejich obsah nízký (PÁNEK et al., 2002).

Minerální látky obsažené v maso v množství 1,0 – 1,5 % zlepšují jeho jakost tím, že svalová vlákna jsou jemnější, tuk se stejnoměrněji rozprostře kolem svalových vláken a maso je šťavnatější (HOVORKA et al., 1987).

V poslední době se stává zajímavým prvkem selen, který je obsažen v maso a lze ho dobře využít. Selen patří k významným nekovům, váže se hlavně v aminokyselinách, v nichž může nahradit síru (PÁNEK et al., 2002).

Kvalita masa je definována jako souhrn nutričních, sensorických, technologických a hygienicko-toxikologických vlastností. Okamžikem usmrcení jatečného zvířete je ukončen jeho biologický život, ale post mortem dále probíhají ve svalových vláknech biochemické reakce. Koeficient dědivosti ukazatelů kvality je střední 0,2 – 0,4 (STUPKA et al., 2009).

Kvalita jatečného těla prasat se podle STUPKY et al. (2009) určuje:

- a) podle jednotlivých částí těla, tj.
 - kýta bez nožičky a povrchového tuku,
 - plec bez nožičky a povrchového tuku,
 - pečeně bez povrchového tuku,
 - krkovička bez povrchového tuku,
 - bůček s paždíkem,
 - hrud',
 - zadní a přední nožička,
 - hlava s lalokem,
 - tukové krytí masitých částí.

- b) podle tkání, tj.
 - maso,
 - tuk,
 - kosti,
 - šlachy,
 - kůže.

- c) podle vlastností masa, tj.
 - barva,
 - schopnost vázat vodu,
 - konzistence,
 - vůně,
 - chuť.

- d) podle nutriční hodnoty masa, tj.
 - obsah bílkovin,
 - obsah tuku,
 - obsah minerálních látek,
 - obsah stopových prvků,
 - obsah vitaminů,
 - stravitelnost,
 - využitelnost.

KODEŠ et al. (2001) uvádí, že kvalita živočišných produktů, v našem případě jatečného těla, je definována širokým spektrem hodnotitelských kritérií, které mohou být zaměřeny na posouzení znaků a vlastností:

- morfologických (zastoupení jednotlivých tkání, masitých částí atd.),
- histologických (síla svalových vláken, velikost buněk apod.),
- fyzikálních (energetická hodnota, vaznost, měrná hmotnost, bod tání aj.),
- chemických (obsah jednotlivých živin, jejich stravitelnost, nutriční hodnota),
- organoleptických (chuť, vůně, barva, křehkost, šťavnatost apod.),
- zdravotně-hygienických (přítomnost reziduí léčiv, pesticidů, zárodků atd.),
- technologicko-zpracovatelských (schopnost vázat vodu, sole, trvanlivost aj.).

Dosažení nejvyšších kvalitativních parametrů živočišné produkce předpokládá velice přesné vyladění genetického potenciálu zvířat a podmínek vnějšího prostředí.

Měnící se spotřebitelské preference, na základní potravinářské suroviny a finální výrobky, do značné míry ovlivňují představy o ideálním složení a vlastnostech konečného produktu (PIPEK, 1995). U jatečných prasat, tj. finálního produktu odvětví chovu prasat, je snahou dosáhnout co nejvyrovnanější dodávky na jatky, a to nejen z pohledu kvantitativních, ale i kvalitativních ukazatelů. Vzhledem k produkčním směrům využívajícím nové přístupy managementu k technice, technologiím chovu a výkrmu, je nutné průběžně sledovat následné

změny v biologické hodnotě masa a možnosti jejich ovlivnění žádoucím směrem (ŠUBRT et al., 2002).

2.3.1 Faktory ovlivňující kvalitu masa

Tak jako ostatní užitkové vlastnosti, je i kvalita masa ovlivněna genetickými a prostředovými faktory, mezi něž patří například genetické založení, podíl IMT, výživa, ustájení, doprava aj.

Pro naše účely nás bude zajímat zejména vliv VÝŽIVY, která sehraává rozhodující roli (STUPKA et al., 2009).

KODEŠ et al. (2001) uvádí, že výživa a odpovídající technika krmení výrazně podmiňuje dosažení nejvyšší kvality vepřového masa. Nutriční faktory, které působí na kvalitu masa a tuku zahrnují:

- úroveň výživy,
- plnohodnotnost diet,
- zdravotně hygienické parametry krmiv,
- výběr krmiv,
- technologické úpravy krmiv,
- techniku a technologii krmení.

2.3.1.1 Vliv výživy

Jedním z nejdůležitějších zevních činitelů, ovlivňujících výsledky výkrmu, je výživa zvířat. Jde o optimální využívání biologických možností a o hranici schopnosti tvorby masa. Optimální využití schopnosti tvorby masa předpokládá takovou krmnou dávku, kde nebude docházet k prodlužování výkrmu a ukládání tuku (MOMANI SHAKER, 1995).

Dosažení nejvyšší kvality masa je výrazně podmíněno výživou prasat a odpovídající technikou krmení. Výzkumy potvrzují, že výživou (tedy množstvím a typem tuků) lze velmi významně ovlivnit spektrum mastných kyselin v tuku a tkáních prasat. Jedním z problémů je zvýšení hladiny nenasycených MK v tuku prasat, což je spojeno především s nižší kvalitou tuku (ŠPRYSL, STUPKA, 2005). Aby se projevil růstový potenciál daného plemene, je třeba přiměřená výživa zvířat. Je-li výživa zvířat nedostatečná, rozdíly v růstových potenciálech jednotlivých plemen se zmenšují či dokonce mizí úplně (MacFARLANE, 2004).

Nutriční faktory působí na kvalitu vepřového masa a sádla, v rozdílných obdobích života zvířete s různou intenzitou, a to buď přímo nebo odvozeně, nepřímo. Jednoznačně prokazatelnou stopu na vykrmovaných prasatech, v kladném či záporném směru, zanechávají:

1. úroveň výživy, charakteristická hladinou a vzájemným vztahem proteinové a energetické složky v krmné dávce nebo krmné směsi,
2. plnohodnotnost diet, typická větším či menším souladem živinových potřeb zvířat s jejich nabídkou v krmivech,
3. zdravotně-hygienické parametry krmiv, působící, prostřednictvím vlivu na zdraví zvířat, na intenzitu tvorby jednotlivých tkání a výskyt event. residuí,
4. výběr krmiv, s akcentem na jejich dietetické a specifické vlastnosti (mastné kyseliny, extraktivní látky, aromata, pigmenty, alkaloidy, stimulanty apod.),
5. technologické úpravy krmiv, ovlivňující stravitelnost jednotlivých živin, minimalizující výskyt antinutričních látek (apod.), a tím limitující intenzitu růstu zvířat a kvalitu produkce,
6. technika a technologie krmení, více či méně podporující žravost zvířat (velikost příjmu živin a vody), výši užitkovosti, pohodu ve stáji, výskyt stresů atd. (KODEŠ, HUČKO, 2008).

Velmi důležitým momentem je složení směsí a režim krmení, jež musí být maximálně v souladu s fyziologickými vlastnostmi zvířat od narození až po nastoupení pohlavní zralosti, tzn. období nejintenzivnějšího růstu (MOMANI SHAKER, 1995).

Úspěšnost integrace genotypu a fenotypu se u vykrmovaných zvířat projevuje především velikostí přírůstku těla a konverzí krmiva, což je ve velmi těsné vazbě s kvalitou jatečného trupu a efektivitou výroby vepřového masa. V této souvislosti je třeba připomenout základní biologické zákonitosti hromadění látek a energie v těle prasat, které nelze plemenářskými ani krmivářskými opatřeními měnit, pouze usměrňovat.

S věkem zvířat se složení těla, jatečného trupu a masa nepřetržitě mění, přičemž dané změny v různých obdobích života mají nestejnou intenzitu i tendence. Z uvedené skutečnosti vyplývá, že i živinová potřeba zvířat se proto musí nepřetržitě, fakticky každodenně měnit. Drobnější prohřešky, v tomto směru, dovedou prasata úspěšně překonat s využitím vlastních kompenzačních schopností, hrubší nedostatky se nejčastěji projevují zhoršením zdravotního stavu a tudíž i omezením tvorby tělních substancí či naopak, vyšším ukládáním tuku, což vše je provázáno zhoršeným využíváním živin krmiva.

Ve srovnání s tempem nárůstu živé hmotnosti, probíhá v průměru v těle jatečných prasat zadržování vody, syntéza proteinu a ukládání minerálních látek pomaleji, zatímco tvorba tuku a hromadění sušiny je výrazně rychlejší. Toto znamená, že ani nadměrné zvýšení obsahu bílkovin (dusíkatých látek, popř. aminokyselin) v dietě nemůže zvýšit tvorbu svaloviny nad hranici limitovanou genotypem, a mnohdy naopak, v důsledku metabolické zátěže, je příčinou deprese růstu. Tvorbu tuku je možné podstatně snadněji ovlivnit změnou energetické hodnoty krmných dávek. Při navýšení zdrojů energie (nezávisle na úrovni dusíkaté složky výživy), tvorba tuku v těle jednoznačně narůstá, deficit energie v dietě se projevuje nejen poklesem syntézy tuku, ale i proteinu, což sice snižuje zastoupení tukové tkáně v těle, ovšem s negativním dopadem na dobu výkrmu, výši denních přírůstků, využívání růstového potenciálu zvířat a konverzi krmiv.

Úroveň a plnohodnotnost výživy musí zabezpečit optimální intenzitu růstu mladých, vykrmovaných prasat (popsanou živinovými potřebami), a tím i plné využití genetického potenciálu tvorby přírůstku, za podmínek nejlepší konverze krmiva. Lysin harmonizuje aminokyselinovou a energetickou složku výživy a napomáhá nejvyšší jatečné kvalitě a efektivitě produkce vepřového masa (KODEŠ, HUČKO, 2008).

CROSBY et al. (2004) uvádí, že i pouhý nedostatek stopových prvků může způsobit retardaci růstu. Se zvyšující se intenzitou výživy se zvyšuje podíl tuku v těle, i když významný vliv mají i faktory genetické. Výběrem a zajištěním optimálních podmínek v období výkrmu lze do určité míry regulovat skladbu jatečných trupů (MOMANI SHAKER, 1995).

Při celkovém hodnocení vlivu krmných zásahů na kvalitativní parametry jatečných prasat lze říci, že jediné nutričně vyvážená (fyziologickým požadavkům zvířat vyhovující) výživa umožňuje normální, proporcionální, biologickým zákonitostem odpovídající, růst tělesných partií a příznivě ovlivňuje nejen jatečnou hodnotu, ale i jakost masa, případně sádla (KODEŠ, HUČKO, 2008).

2.3.2 Jakostní odchylky vepřového masa

Jakostní odchylky masa patří mezi faktory, které ovlivňují kvalitu. Jakostní odchylky vznikají v průběhu posmrtných změn (STUPKA et al., 2009).

Intenzivní selekce prasat na maximální podíl svaloviny v jatečné půlce bývá ve větší či menší míře doprovázena zvýšenou citlivostí zvířat ke stresu, což se projevuje výskytem jakostních vad masa, ke kterým dochází teprve po porážce zvířat v důsledku biochemických změn masa (PULKRÁBEK et al., 2005).

U vepřového masa se jedná především o jakostní odchylky známé pod zkratkami PSE a DFD maso. Kromě těchto se vyskytují u vepřového masa ještě méně známé jakostní odchylky, jako hampshire efekt, odchylky RSE, PFN a chladové zkrácení (cold shortening) (STUPKA et al., 2009).

2.3.2.1 Nejvýznamnější vady masa

PSE maso (pale – soft – exudative, bledé – měkké – vodnaté) se vyznačuje vodnatou konzistencí a nízkou vazností vody, což je provázeno hmotnostními ztrátami při chladírenském ošetření a technologickém opracování masa (PULKRÁBEK et al., 2005).

DFD maso (dark – firm – dry, tmavé – tuhé – suché) má tmavou barvu, tuhou konzistenci, je suché, tj. neuvolňuje šťávu, má často lepivý povrch. I když se toto maso vyznačuje dobrou vazností vody, jeho údržnost je velmi nízká, protože rychle podléhá mikrobiálnímu rozkladu (PULKRÁBEK et al., 2005).

2.3.2.2 Fyzikální metody hodnocení kvality vepřového masa na poražených zvířatech

Barva masa je významnou kvalitativní vlastností. Její intenzita a stupeň jsou závislé především na koncentraci svalového barviva, plemenné příslušnosti, stupni únavy, zdravotnímu stavu, věku, aj. (PULKRÁBEK et al., 2005).

Stanovuje se 24 hodin post mortem na příčném řezu MLLT v místě posledního žebra pomocí fotometrických přístrojů GÖFO a SPEKOL (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

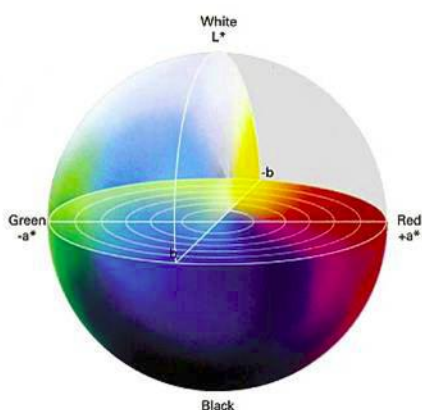
V současné době jsou využívány na měření barvy masa přístroje, které pracují na principu spektrofotometru. Existuje kolorimetrická soustava L^* , a^* , b^* , která používá rovnoměrného kolorimetrického prostoru, v němž stejně subjektivně vnímaným rozdílům vjemu barvy odpovídají stejné vzdálenosti a naopak. Komplementární barevný systém je založen na rozdílech tří elementárních barevných párů, tj. červeně – zeleně, žlutě – modře, černě – bíle. Světlost (L^*) je umístěna vertikálně, stupnice hodnot se rozprostírá od 0 (černá) do 100 (bílá). Souřadnice a^* představuje barvu od zelené ($-a$) po červenou ($+a$) a souřadnice b^* od modré ($-b$) po žlutou ($+b$) (STUPKA et al., 2009).

Tabulka č. 3 – Mezní hodnoty pro hodnocení barvy masa

Maso	Barva pomocí přístroje Göfo	Barva pomocí přístroje Spekol	L*	a*	b*
Normální	55 - 79	12 - 24	52 - 58	10,5	18,3
PSE	Méně než 55	25 a více	Více než 58	10,7	19,9
DFD	Více než 79	13 a méně	Méně než 52	7,7	13,2

Zdroj: ŠPRYSL, STUPKA, 2005

Obrázek č. 1 – Barevný prostor Lab



Zdroj: STUPKA et al., 2009

Vaznost je z fyzikálně –chemického hlediska síla, kterou bílkoviny masa udržují část své vlastní vody a jiné množství vody přidané. V technologickém smyslu pak vazností rozumíme schopnost masa udržet za určitých podmínek mechanického namáhání (tlakem či teplotou) vodu přirozeně přítomnou v mase, popř. i vodu přidanou (PULKRÁBEK et al., 2005).

Vaznost se stanovuje 24 – 48 hodin post mortem pomocí různých metod. Jejich podstatou je lisování, odstředování, odkap a podobně. Na základě dosažených výsledků byly stanoveny mezní hodnoty určení PSE masa (STUPKA et al., 2009).

Tabulka č. 4 - Mezní hodnoty pro stanovení vaznosti vepřového masa

Metoda stanovení	Mezní hodnota
Obsah volně vázané vody	> 45 %
Ztráta vody varem	< 40 %
Schopnost masa vázat vodu	> 40 %
Ztráta masové šťávy odkapem	> 5 %

Zdroj: STUPKA et. al., 2009

pH se zjišťuje pro detekci PSE vady 45 minut post mortem (pH_{45}) a DFD 24 hodin post mortem (pH_{24}) vady masa u svalu MLLT v místě posledního žebra. Pro měření se používají převážně pH metry s kombinovanými vpichovými elektrodami (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

Tabulka č. 5 – Hodnocení pH

Maso	pH_{45}	pH_{24}
Normální	Více než 5,8	5,7 a méně
Inklinující k PSE	5,6 – 5,8	Nelze stanovit
PSE	Méně než 5,6	Nelze stanovit
DFD	Nestanovuje se	6,2 a více

Zdroj: ŠPRYSL, STUPKA, 2005

EV – elektrická vodivost ve svalu stoupá při zrání, glykolýze a narušení buněčných stěn. Stanovuje se 50 minut post mortem v MLLT a MS (ŠPRYSL, STUPKA, 2005).

Tabulka č. 6 – Hodnocení EV

Maso	Mezní hodnota
Normální maso	$EV_{50} \leq 4,0 \text{ mS}$
Přechodné maso	$EV_{50} = 4,0 - 7,0 \text{ mS}$
PSE maso	$EV_{50} \geq 7,0 \text{ mS}$

Zdroj: ŠPRYSL, STUPKA, 2005

2.4 Stopové prvky

Stopové prvky jsou nezbytné pro udržení tělesných funkcí, optimalizaci růstu, reprodukci a imunitní odpověď organismu. Proto hrají důležitou roli v determinaci zdravotního stavu zvířat. Deficience stopových prvků může způsobit závažný pokles užitkovosti (CLOSE, 2001).

Minerální látky se účastní velkého počtu trávicích, fyziologických a biosyntetických procesů. Jsou součástí tělesných orgánů, tkání, tekutin a fungují jako elektrolyty a katalyzátory v enzymatických a hormonálních systémech (ILLEK, 2002).

Jejich základní dělení podle Stupky et al. (2009) je následující:

- makroelementy: Ca, P, Na, K, Cl, Mg, S,
- mikroelementy: Fe, Cu, Co, Mn, Zn, Ni, As, I, Al, Si, B, Sb, F, Se, Ba, Ti.

Mikroelementy tvoří 0,04 % z celkového množství minerálních látek těla. K nejdůležitějším patří Fe, Mn, Zn, Cu, Se a Co. Díky jejich mnohostrannému působení na organismus jsou krmné směsi normovány. Mikroelementy jsou anorganické látky, které si zvíře nesyntetizuje (STUPKA et al., 2009). Jsou pro život nezbytné a nemohou být nahrazeny jinými prvky nebo sloučeninami (BRADE et al., 2003).

Stopové prvky ve spojení s aminokyselinami jsou absorbovány z více než 90-95 % a mohou být zvířatům podávány v dávce 8-20x nižší než odpovídající anorganické soli (PREDIERI and BALLARINI, 2002).

Za fyziologického stavu jsou všechny minerální látky v organismu v dynamické rovnováze, která je řízena složitými homeostatickými mechanismy. Základním předpokladem udržení dynamické rovnováhy minerálních látek a jejich koncentrace ve tkáních a biologických tekutinách je adekvátní přísun a jejich utilizace. Jak nedostatečný, tak nadměrný příjem jednotlivých minerálních látek působí na organismus nepříznivě (HESS et al., 2003).

Jednotlivé minerální látky se mohou vyskytovat ve dvou hlavních formách:

ANORGANICKÉ (oxidy, sírany, uhličitany a chloridy).

Tyto zdroje jsou problematicky využitelné, neboť v kyselém prostředí žaludku dochází ke změnám jejich chemické struktury a ve střevech je využitelná jen malá část. Za normálních podmínek je organismem kompletně využito pouze 3 až 15 % stopových prvků přijatých v anorganické formě (DUDA, 2004).

ORGANICKÉ

V přírodě se mnohé soli vyskytují ve formě proteinátů nebo chelátů. Ty mohou být vstřebávány jako peptidy nebo aminokyseliny, na rozdíl od klasických cest využívání anorganických sloučenin probíhajících v tenkém střevě. Znamená to tedy, že pak mezi těmito formami minerálů nedochází ke konkurenčnímu boji o stejný mechanismus absorpce. Tím se zvyšuje nejen biologická dostupnost těchto forem minerálů, ale zlepšuje se i jejich transport a zvyšuje absorpce ve střevech. Proteinátové formy jsou také stabilnější a jsou lépe chráněny před nepříznivými reakcemi s jinými živinami, které by jinak rychlost absorpce mohly omezovat. Kromě toho se také předpokládá, že je tento typ sloučenin specificky nasměrován do určitých orgánů, tkání, nebo funkčních systémů těla (FREMAUT, 2003).

U vybraných kategorií hospodářských zvířat HESS et al. (2003) popisují nejčastěji se vyskytující kadence následujících mikroelementů:

- selata: Fe, Zn, Se,
- prasata ve výkrmu: Zn, Se.

2.5 SELEN

Selen má specifické místo mezi živinami v krmivu, je základní součástí selenoproteinů, účastnících se na regulaci různých fyziologických procesů v těle. Jako součást GSH-Px, patří selen k první a druhé důležité hladině antioxidační ochrany v buňce (ŠIMEK, ZEMANOVÁ, 2003). Dva hlavní zdroje selenu pro prasata jsou, jednak organicky vázaný selen, převážně ve formě selenomethioninu, který byl nalezen v některých krmivech ve variabilních koncentracích a dále anorganicky vázaný selen – hlavně selenit a selenát, které jsou široce používané v doplňcích biofaktorů. Selenomethionin má vyšší efektivnost. Je přirozenou součástí krmiv rostlinného původu. Nedostatek a přebytek selenu v moderní výživě bývá velmi vzácný. Přiměřený doplněk selenu je považován za rozhodující faktor udržení charakteristik vysoké produkce a reprodukce v komerční výživě (SURAI, 2000). STUPKA et al. (2009) uvádí, že selen ovlivňuje užitkovost, udržuje integritu růstu tělesných tkání, rychle rostoucích prasat. Jeho denní potřeba činí u všech kategorií prasat 0,1 mg/kg kompletní krmné směsi na den.

Vstřebává se v tenkém střevě, v organismu se neuskładňuje do zásoby, rychle vzniká nedostatek. Vylučuje se převážně močí. Deficit nastává při podvýživě a dlouhodobé parenterální výživě. Projevuje se svalovou slabostí, ztuhlostí, bolestí, kardiomyopatií, osteoartritidou (onemocnění u dětí v Číně – „Keshanská“ choroba v oblastech s nedostatkem selenu). Jeho bohatým zdrojem jsou obiloviny, chudým brambory, luštěniny a pokrutiny. Nadbytek způsobuje otravy a nedostatek svalovou degeneraci, zvracení, průjmy a dystrofii jater. Toxické účinky jsou ztráta vlasů a nehtů, kožní puchýřky, nervové poruchy, nausea, zvracení. Akutní otrava se projevuje česnekovým zápachem z úst (FAO/WHO, 1996).

2.5.1 Historie selenu

Za nejvýznamnějšího a nejspíše jako prvního objevitele Selenu (Se), se dá považovat švédský chemik Jons Jacob Berzelius (1779-1848), který izoloval a identifikoval selen v roce 1817 ze zbytku při hoření síry, která byla získávána při důlní činnosti z pyritů (ROSENFELD, BEATH, 1964). Avšak celých 140 let byl pokládán za prvek jedovatý, karcinogenní, mutagenní a teratogenní, kterým skutečně ve vyšších koncentracích opravdu je (KVÍČALA, 2003).

Teprve v roce 1957 Schwartz a Foltz objasnili jeho prospěšnou aktivitu pro živočišný organismus. Jednalo se o zjištění a ověření vlivu kvasnic s nízkým obsahem vitamínu E a přídatkem selenu pro předcházení nekrotizace jater u krysy. Další studie ukázaly, že deficit selenu je základní příčinou několika doposud nevyčleptelných chorob dobytka. Proto se od roku 1969 začala všechna komerční krmiva suplementovat selenem (VAŠKOVÁ, 2006).

Na počátku 20. století se vysoké dávky selenu používaly při léčbě zhoubných nádorů. V roce 1943 však tyto praktiky byly zastaveny, protože výzkumy na zvířatech ukázaly, že výskyt nádorů u krys byl vyvolán cirhózou poté, co jim byla podána příliš vysoká dávka selenu (MÁCOVÁ, 2003).

V roce 1973 byla objevena existence prvního reakčního mechanismu (peroxidázová aktivita cytosolové glutathionperoxidázy) a od té doby bylo vysvětleno mnoho enzymatických funkcí selenoproteinů, kde je vázán v aktivním centru selenocystein, který funguje jako redoxně-oxidační centrum (KVÍČALA, 2003).

Výše uvedené objevy odstartovaly další etapu výzkumů selenu, hledání důkazů pro jeho esencialitu a projevy deficitu (DASTYCH, 2004).

2.5.2 Chemické a fyzikální vlastnosti selenu

Selen, chemickou značkou Se, je červený nebo černý polokov nalézající se v VI. A skupině periodické soustavy prvků, která zahrnuje i kyslík a síru. Svými chemickými vlastnostmi se síře podobá a vyznačuje se afinitou k těžkým kovům, zejména kadmiu, zlatu a rtuti. Vyskytuje se podobně jako síra s oxidačními čísly –II, IV, VI v různých formách, jako elementární selen, v anorganických či organických sloučeninách.

2.5.3 Elementární selen

Elementární selen (Se^0) je stabilní a vyskytuje se ve více různých modifikacích. Může se dále redukovat na selenid (Se^{2-}) nebo oxidovat na seleničitan (Se^{4+}) (BENNETT, 1983). V nekovových modifikacích jsou atomy selenu uspořádány podobně jako atomy síry v osmiatomových molekulách. Šedá modifikace je elektricky vodivá. Selen se taví při 220,5 °C, bod varu má 685 °C (MÁCOVÁ, 2003).

2.5.4 Anorganické sloučeniny

Anorganický selen může být nalezen v různých nerostech ve formě selenitu, selenátu či selenidu. Mezi anorganické sloučeniny selenu patří různé oxidy, kyseliny a z kyselin odvozené soli, z nichž je významný seleničitan sodný (Na_2SeO_3) a selenan sodný (Na_2SeO_4), které se

používají i jako doplňky stravy (BATES, 2005). Selenosulfidy (SeS_2 a SeS), které vznikají reakcí kyseliny seleničité se sulfonem, jsou považovány za karcinogenní, protože mají nejen antioxidační, ale i prooxidační vlastnosti (DASTYCH, 2004).

Selenidy vznikají reakcí selenu s kovem, jsou stabilní a těžko rozpustné. Selenidy alkalických kovů a kovů alkalických zemin reagují s vodou za vzniku selanu (H_2Se). Selan je silná kyselina, která je vysoce toxická (MÁCOVÁ, 2003).

Nejstabilnější oxidovanou formou selenu jsou selenany, z nichž nejznámější je selenan sodný Na_2SeO_4 (BARCELOUX, 1999).

2.5.5 Organické sloučeniny

Organické sloučeniny selenu jsou součástí proteinů a mají důležité postavení v biologických procesech (BARCELOUX, 1999). Funkční podobou selenu jsou selenoproteiny – zejména pak selenomethionin a selenocystein (HÄRTLOVÁ et al., 2009)

Selenomethionin je zabudován do proteinů nespecificky a přímo souvisí s příjmem potravou. Selenocystein je však do proteinů začleňován specificky na ribozomální úrovni (ARTEEL, 2001).

Selenomethionin byl identifikován v rostlinných proteinech mezi lety 1950 – 1960. Vyskytuje se ve dvou izomerních formách D, L-selenomethionin. V přírodě se vyskytuje pouze jako L-forma, kdežto D-forma se dá připravit synteticky. V rostlinných potravinách tvoří až 50 % celkového obsahu selenu a vyšší živočichové jej nemohou syntetizovat (SCHRAUZER, 2000).

Selenocystein se vyskytuje se především v živočišných potravinách a rostlinách, které mají schopnost kumulovat vysoké množství selenu (HARTIKAINEN, 2005). Oxidačním produktem selenocysteinu je selenocystin, ve kterém se dvě $-\text{SeH}$ skupiny přemění na jednu $-\text{Se}-\text{Se}-$. V těle je selenocystin metabolizován na selenocystein. (BARCELOUX, 1999)

2.5.6 Výskyt selenu v přírodě

Přírodní cyklus selenu začíná a končí v půdě (HARTAKAINEN, 2005). Vyskytuje ve všech typech půd alespoň v malém množství. Průměrný obsah v zemské kůře je $0,009 \text{ mg.kg}^{-1}$. Obvyklý obsah selenu v půdě je $0,1-2 \text{ mg.kg}^{-1}$ (VELÍŠEK, 2002). Půda obsahuje celou řadu sloučenin selenu, ne všechny však mohou cirkulovat. Závisí totiž na jejich rozpustnosti v půdě. Ta je dána především hodnotou pH a oxidoredukčním potenciálem. Nejvíce jsou v půdním

roztoku rozpuštěny selenany, méně seleničitany, které jsou často vázány s železem a hliníkem. Rostliny pak přijímají selenany, které přeměňují na selenomethionin a méně na selenocystein. Naopak je tomu u selenomilných rostlin. Rostliny, stejně jako řasy uvolňují značnou část selenu jako methylované selenidy do ovzduší. Také mikroorganismy mohou methylovat elementární selen a další anorganické sloučeniny z půdy, které se poté vypařují do vzduchu. Z ovzduší se selen vrací zpět do půdy dešťovými srážkami, a tím je cyklus uzavřen. (BARCELOUX, 1999).

Množství selenu v půdě se liší v různých oblastech světa, v některých místech mohou být jeho hladiny téměř nulové, jinde až 1200 mg.kg^{-1} (HARTIKAINEN, 2005). Např. v Číně jsou jak místa s nedostatkem selenu tak i s mimořádně vysokými koncentracemi. Tyto oblasti mohou být od sebe jen nepatrně vzdáleny, často bývají odděleny řekou nebo horou. Střední koncentrace selenu se vyskytují v půdách ve velké části USA a Kanadě (s výjimkou provincie Ontario). Naproti tomu v některých evropských zemích (Finsko, Švýcarsko, Česká Republika) a na Novém Zélandu jsou koncentrace selenu velmi nízké (VELÍŠEK, 1999).

Obsah selenu v přírodních vodách i v pitné vodě je obecně velmi nízký, obvykle jen několik $\mu\text{g.l}^{-1}$ (MÁCOVÁ, 2003). Stejně tak v ovzduší se vyskytuje pouze v nepatrném množství, zejména díky spalování fosilních paliv. Přírodním zdrojem selenu jsou vulkanické plyny a biomethylace (BARCELOUX, 1999).

2.5.6.1 Obsah selenu v rostlinách

Selen vstupuje do potravního řetězce přes rostliny a ty jej získávají z půdy. S nedostatkem selenu v půdě a přítomností látek, které brání jeho biologické využitelnosti, např. kyselé půdy s vysokým obsahem huminových kyselin, železa a hliníku, se setkáváme především v Číně a přilehlých oblastech, ale i v některých částech Evropy (VELÍŠEK, 2002).

Rostliny obsahují různé množství selenu v různých chemických formách. Nejvíce absorbují anorganický selen ve formě selenanů, protože je více rozpustný v půdním roztoku, v menší míře i seleničitanů. Tyto jsou převedeny do chloroplastů a dále metabolizovány podobně jako síra na selenomethionin, kde atom selenu nahrazuje atom síry v methioninu. Rostliny snadno zabudovávají selenomethionin do proteinu na místo methioninu, a proto je selenomethionin hlavní formou selenu v rostlinách (SUNDE, 2001). Bylo zjištěno, že až 50 % selenu v pšenici bylo prezentováno selenomethioninem vázaným na proteiny (SCHRAUZER, 2000).

Dříve se předpokládalo, že rostliny pro svůj metabolismus selen nepotřebují. Ale v 80. letech 20. století bylo poprvé publikováno, že dostatečné množství selenu v půdě podporuje

růst rostliny a zvyšuje obsah sušiny, a to především tehdy, obsahuje-li půda málo síry. Bylo dokázáno, že napomáhá v obraně rostliny proti kyslíkovým radikálům produkovaných během fotosyntézy a dýchání. Také snižuje posklizňové ztráty a pomáhá udržovat biologickou hodnotu zeleniny (HARTAKAINEN, 2005).

2.5.6.2 Obsah selenu v živočišných tkáních

Obsah selenu v živočišných tkáních je dán především výživou zvířete, resp. obsahem selenu v krmivech. Některá krmiva se proto záměrně fortifikují sloučeninami selenu (VELÍŠEK, 1999). Kromě množství přijatého selenu je důležitá i jeho chemická forma, ale i příjem dalších složek potravy např. síry, těžkých kovů a vitamínů. Absorpce a distribuce je ovlivněna také biologickým druhem, věkem, pohlavím, zdravotním stavem atd. (MÁCOVÁ, 2003).

Selen se v živočišných tkáních vyskytuje ve formě organických sloučenin, které jsou vázány na proteiny (HAWKES et al., 2003).

Nejvyšší množství selenu obsahují mořské ryby a mořské produkty, vnitřnosti jatečných zvířat (ledviny, játra), vejce a drůbeží maso. Mléko a mléčné výrobky obsahují selenu méně (KADRABOVÁ et al., 1998).

2.5.7 Biochemické funkce

Základní funkce selenu (spolu s vitamínem E) spočívá, v ochraně buněk před působením volných kyslíkových radikálů prostřednictvím glutathion peroxidázy (GSH-Px). Volné kyslíkové radikály jsou velmi reaktivní sloučeniny. Selen ovlivňuje rovněž některé imunitní funkce organismu, především tvorbu protilátek, proliferaci lymfocytů a fagocytózu. Selen ovlivňuje i činnost štítné žlázy a tvorbu tyroxinu, ovlivňuje spermiogenezi, plodnost u samců a samic. Příznivě působí na produkci mléka a zdravotní stav mléčné žlázy. Snižuje počet somatických buněk v mléce (SURAI, 2003).

Anorganický selen není biologicky příliš aktivní, zrychluje oxidační procesy v lidském těle a může způsobovat zdravotní problémy. Většina anorganického selenu je z lidského těla vyloučena. Ve větší dávce působí toxicky. Dříve byl používán jako katalyzátor při mineralizaci bílkovin a právě z toxikologických důvodů byl postupně nahrazen jinými látkami.

Naproti tomu organicky vázaný selen je nepostradatelný nutriční faktor, jehož pozitivní vliv na lidské zdraví byl prokázán v řadě případů. Má např. detoxikační účinek na kadmium a olovo, zpomaluje proces stárnutí tkání a neutralizuje vliv některých karcinogenních látek. Je

také nezbytný pro činnost pankreatu a zlepšuje funkci štítné žlázy a imunitního systému, takže zvyšuje odolnost vůči chorobám (MUÑOZ et al., 1997; ZHAN et al., 2007).

Významné funkce má selen v imunitním systému organismu. Má vliv na bakteriální aktivitu neutrálních granulocytů, zvyšuje produkci protilátek. Dostatečné množství selenu je nezbytné pro optimální buněčnou imunitu. Především pro funkci T-lymfocytů, fagocytózu i tvorbu interleukinů (FUČÍKOVÁ et al., 2009).

Selen je důležitou součástí antioxidantních enzymů, které chrání buňku proti účinku volných radikálů. Funkční podobou selenu jsou selenoproteiny. V současné době je identifikováno 18 odlišných savčích selenoenzymů a selenoproteinů. Předpokládá se však, že počet selenoproteinů v těle vyšších živočichů je 30-50, z čehož vyplývá, že umíme identifikovat pouze polovinu (SUNDE, 2001).

Selen se v selenoproteinech vyskytuje ve formě selenocysteinu, který má obdobnou strukturu jako cystein, kde je atom síry nahrazen atomem selenu (ABDULAH, 2005).

Můžeme rozlišit dvě skupiny enzymů. V první je glutathion peroxidáza a thioredoxin reduktáza, které zasahují do kontroly tkáňových koncentrací ROS – reaktivních kyslíkových radikálů. Ty jsou ve velkém množství vysoce toxické. Do druhé skupiny zařazujeme jodthyronin dejdodázu, která se podílí na tvorbě hormonů štítné žlázy (FAO/WHO, 2001).

Mezi koncentrací selenu v séru a aktivitou glutathionperoxidasy (GSHPx) byla prokázána významná pozitivní korelace. Nedostatek selenu se projevuje poklesem aktivity GSHPx, avšak až tehdy, je-li značný. Selenoorganické sloučeniny jako je selenometionin a selenocystein chrání buněčné struktury před peroxinitráty a tím i před nitrací, čímž chrání mimo jiné i DNA před poškozením. Selen a jeho bioaktivní sloučeniny významně omezují toxické účinky kadmia, arsenu, olova, rtuti i některých organických sloučenin. Ovlivňuje i metabolismus prostaglandinů a esenciálních mastných kyselin (FUČÍKOVÁ et al., 2009).

Kromě selenu působí jako antioxidanty i vitamíny A, E, C. Jejich nedostatek se dá selenem částečně kompenzovat. Selen se díky vazbě na bílkoviny nevstřebává tak rychle jako ostatní antioxidanty. Kromě toho má asi 1000x větší účinnost než vitamín E (MÁCOVÁ, 2003).

2.5.7.1 Glutathion peroxidáza (GSHPx nebo GPx)

V současné době jsou známy 4 různé glutathion peroxidázy. Liší se od sebe svou lokalizací a substrátovou specifitou (BURK et al., 2003). Skládají ze čtyř řetězců a v každém je jeden selenocystein (KVÍČALA, 2003).

Jsou nepostradatelnou složkou antioxidačního systému v organismu. Jejich hlavní funkcí je udržování nízké hladiny peroxidů v buňkách a ochrana buněčných struktur před oxidačním stresem. Ten způsobuje peroxid vodíku (H_2O_2), ale také z něj vzniklé hydroxylové radikály $\cdot OH$, které jsou velmi reaktivní. GPx katalyzují jejich rozklad glutathionem (GSH), který slouží jako donor elektronu (MURRAY et al., 1998). Produkty této reakce jsou alkohol a voda. Zabraňují tím hromadění peroxidu vodíku a hydroperoxidů mastných kyselin, které vznikají při oxidativním odbourávání lipidů.

Po odstranění hydroperoxylové skupiny mohou být hydroxylované lipidy normálně metabolizovány β -oxidací. Redukovaný glutathion je regenerován NADPH za katalýzy glutathion reduktázy. (VELÍŠEK, 1999)

Cytosolová glutathion peroxidáza (GPx-1)

Byla objevena v roce 1973 během zkoumání faktorů, které chrání erytrocyty proti oxidačnímu poškození. Byl to první známý protein obsahující selen (SUNDE, 2001). Redukuje H_2O_2 i organické peroxidy v buněčném cytosolu a v mitochondriální matrix. Působí ve spojení s vitamíny A, C, E jako ochrana proti oxidačnímu poškození buněk (MÁCOVÁ, 2003). Je přítomna ve všech buňkách (FAO/WHO, 1996).

Gastrointestinální glutathion peroxidáza – GPx-2

GPx-2 byla nejprve identifikována v lidských játrech, ale nedávno byla objevena ve střevech krys. Tato peroxidáza chrání střevní buňky před vnějšími peroxidy a xenobiotiky z potravy (KVÍČALA, 2003).

Plasmatická glutathion peroxidáza – GPx-3

GPx-3 je sekretována především v ledvinách, tvoří asi 20 % plasmatických selenoproteinů. GPx-3 je také hlavní formou selenu v mateřském mléce. Je to extracelulární protein (FAO/WHO, 2001). Funkce této peroxidázy je nejasná, zřejmě chrání intracelulární prostory především v ledvinách (SUNDE, 2001).

Fosfolipid hydroperoxidová peroxidáza – PHGPx

Vyskytuje se ve spermiích a varlatech. Při jejím nedostatku dochází k mužské infertilitě (SUNDE, 2001). Tento enzym chrání před oxidací zejména lipidové struktury membrán a je důležitý pro regulaci vyšších nenasycených mastných kyselin, tj. tvorbu regulačních sloučenin

jako jsou prostacykliny, tromboxany a leukotrieny. Je podstatně více rezistentní vůči nedostatku selenu než ostatní GPx (KVÍČALA, 2003).

2.5.7.2 Thioredoxin reduktáza – TRR

Je to skupina tří enzymů, závislých na selenu. Ten má schopnost je udržovat v redukovaném stavu. Thioredoxin je důležitý regulační protein. Pomáhá udržovat v redukovaném stavu i další enzymy nutné pro zachování životních funkcí a účastní se mnoha buněčných procesů. Bylo zjištěno, že TRR může redukovat dehydroaskorbovou kyselinu a vitamín E (SUNDE, 2001).

2.5.7.3 Jodthyronin dejodáza

Aktivace a metabolismus hormonů štítné žlázy vyžaduje skupinu selenoenzymů, které se liší substrátovou specifitou a orgánovou distribucí. Jodthyronin dejodáza se vyskytuje ve třech typech, katalyzuje dejodinaci thyroxinu na trijodthyronin a zpět, čímž reguluje koncentraci aktivního hormonu trijodthyroninu (FAO/WHO, 2001).

Systém dejodáz je napojen na celoorgánovou regulační síť, což se projevuje reakcí dejodáz na změny dalších regulačních mechanismů. Reagují na nedostatek selenu, jódu, T3 a TSH, chlad, hladovění, změny koncentrace steroidů atd. (KVÍČALA, 2003).

Jodthyronin 5'-dejodáza 1

Vyskytuje se téměř ve všech tkáních, především v játrech, ledvinách, štítné žláze a hypofýze. Katalyzuje přeměnu periferního tyroxinu T4 na aktivní formu T3 (3,3',5-trijodthyronin) nebo inaktivní reverzní T3 (3, 3', 5'-trijodthyronin) (BECKETT, ARTHUR, 2005). V krvi cirkulující T3 je produktem aktivity tohoto enzymu.

Jeho koncentrace jsou nízké a aktivní je jen v prostředí fosfolipidů. Skládá se ze dvou podjednotek a v různých orgánech může mít různé funkce, což vysvětluje různou intracelulární lokalizaci a rozdílnou odezvu na změny koncentrace selenu a thyreoideálních hormonů (KVÍČALA, 2003).

Jodthyronin 5'-dejodáza 2

Vyskytuje se především ve štítné žláze, srdci, mozku, míše, kosterních svalech, placentě a hypofýze (BECKETT, ARTHUR, 2005). V aktivním místě může obsahovat selenocystein i

cystein, v závislosti na tkáni ve které se vyskytuje (KVÍČALA, 2003). Katalyzuje dejodaci T4 na T3 ve specifických tkáních, ale i v plasmě. Mezi jeho další funkce patří regulace termogeneze v hnědé tukové tkáni a vliv na TSH sekreci (BECKETT, ARTHUR, 2005).

Jodthyronin 5'-dejodáza 3

Je přítomna ve všech buňkách vázaná na plasmatickou membránu, nevyskytuje se ale v tkáních, produkujících T3 do krevního oběhu – štítné žláze, játrech ledvinách a hypofýze. Nekatalyzuje tvorbu aktivního hormonu trijodthyroninu T3, ale jeho deaktivaci a rovněž bočnou reakci, která dejoduje T4 na inaktivní reverzní trijodthyronin (rT3). Těmito reakcemi reguluje okamžitý stav T3 i za přebytku T4 (KVÍČALA, 2003).

2.5.7.4 Další známé proteiny obsahující selen

Selenoprotein P (SelP)

Poprvé byl prokázán v plazmě potkanů v roce 1977 (MÁCOVÁ, 2003). Je to extracelulární glykoprotein, který patří mezi hlavní selenoproteiny v plasmě, tvoří asi 80 % všech plasmatických selenoproteinů. Je syntetizován v játrech odkud se dostává do plasmy, kde je transportován k dalším orgánům (FAO/WHO, 2001).

Biologická role selenoproteinu P ještě není plně objasněna. Předpokládá se, že chrání buněčné membrány proti oxidačnímu poškození, eliminuje ionty kadmia a rtuti, transportuje selen k dalším orgánům a redukuje fosfolipidové hydroxyperoxydy společně s glutathionem a thioredoxinem jako donor elektronu. Proti oxidačnímu poškození chrání především buňky arteriálního endotelu a endotel jaterních sinusoid (ABDULAH, 2005).

Selenoprotein W (SelW)

Je to malý selenoprotein o relativní molekulové hmotnosti. Nachází se v srdeční a kosterní svalovině kde má antioxidační účinek. Jeho funkce v organismu zatím není objasněna (SUNDE, 2001).

2.5.8 Funkce v lidském organismu

Spolu s vitamínem E patří mezi základní esenciální složky, jejichž hlavní funkcí je ochrana buněk a tkání před oxidativním poškozením. Vitamín E snižuje potřebu selenu tím, že brání ztrátám selenu z organismu, nebo jej udržuje v aktivní formě (MURRAY et al., 1998). Úloha selenu v lidském organismu kolísá na ostré hranici mezi příznivými a toxickými účinky. Až do poloviny 70. let se považoval pouze za stopový prvek, který je při předávkování toxický. Význam pro lidský organismus byl částečně objasněn až s objevem, že selen je součástí neenzymových, ale i enzymových ochranných systémů proti reaktivním formám kyslíku. Jeho hlavní fyziologická funkce je zprostředkovávána pomocí glutathionperoxidázy již je selen integrální součástí. Základní funkcí glutathionperoxidázy je odstraňování nadbytku peroxidů a volných radikálů z buněk, což brání vzniku zhoubných nádorů. Působí přitom synergicky s vitamínem E. (PÁNEK et al., 2002; PAVLATA et al., 2002).

V organismu se vyvinul celý systém antioxidační a antiradikálové ochrany, který má za úkol udržovat rovnovážný stav. Tento systém je multisložkový a ne všechny složky jsou stejně účinné. Antioxidační mechanismy můžeme rozdělit na 2 typy. První se označují jako scavengers, které pasivně přejímají elektron. Mezi nejdůležitější patří vitamíny E, A, C. Druhým typem jsou enzymaticky řízené reakce, při nichž dochází k přenosu elektronu a molekul s aktivním kyslíkem za vzniku méně nebezpečných sloučenin. Do tohoto systému se řadí superoxidodismutázy (SOD) s mědí a zinkem, katalázy s železem a glutathion peroxidázy (KVÍČALA, 2003).

Selen je esenciální pro činnost mnoha složek imunitního systému u zvířat i u lidí. Při selenovém deficitu bývá poškozena imunita buněčná i humorální, hladiny protilátek IgG a IgM jsou sníženy (BECKETT, 2005).

Podle RAYMANA (2000) redukuje selen oxicitu některých těžkých kovů tvorbou inertních kovových selenidů vázaných na bílkovinu. Velmi významné jsou interakce s rtuť a methylртуť, které se v mořských produktech nacházejí v kombinaci se selenem. Rtuť se slučuje se selenem za tvorby málo rozpustného selenidu rtuťnatého (HgSe). Tato vazba snižuje biologickou dostupnost selenu. Mezi další prvky, se kterými je selen schopen tvořit inertní komplexní sloučeniny patří arsen, olovo, kadmium a hliník.

Také chrání organismus před kardiovaskulárními nemocemi tím, že zamezuje tvorbě krevních sraženin. GPx snižuje shlukování krevních destiček, snižuje kumulaci LDL cholesterolu v arteriální. Při nedostatku selenu vzniklé hydroperoxy inhibují tvorbu prospěšných prostacyklinů, ale stimulují produkci tromboxanů, které způsobují vazodilataci cév

a agregaci krevních destiček. Řada epidemiologických studií prokázala, že nízké hladiny selenu v séru (pod $79 \mu\text{g.l}^{-1}$) zvyšují riziko aterosklerózy a ischemické choroby srdeční.

Denní potřeba je podle dnešních poznatků do 0,1 mg, většinou se udává 0,05 až 0,07 mg. Při vyšší příjmu působí selen toxicky (PÁNEK et al., 2002).

Deficit selenu v organismu zvyšuje riziko onemocnění, zvláště kardiovaskulárních a nádorových. Naproti tomu vyšší příjem selenu u člověka je příčinou vážných selenotoxikóz a některých druhů karcinomů (ANON., 2003).

Dostatečný denní příjem selenu u lidí je nevyhnutelný pro optimální funkci imunitního, kardiovaskulárního a reprodukčního systému, pro dostatečnou protiinfekční a protinádorovou obranu, jako prevence zánětlivých a alergických onemocnění. Proto je potřebné, aby se u obyvatelstva v oblastech s nedostatečným obsahem selenu v půdě uměle zvyšoval jeho příjem (FERENČÍK, EBRINGER, 2002). Existují určité skupiny populace, které jsou nedostatku vystaveny více. Mezi ně patří lidé, kteří nekonzumují vyváženou stravu, např. vegetariáni, dále osoby, které přijímají pouze omezené množství stravy, jako je tomu u starých osob, nebo těhotné a kojící ženy, kuřáci a chronicky nemocní jedinci, kteří potřebují zvýšené množství selenu (MÁCOVÁ, 2003). Deficit se může vyskytovat i u pacientů s parenterální výživou a bílkovinnou podvýživou (MURRAY et al., 1998).

Deficit selenu je, obvykle vázán na současný deficit jódu vyskytují se endemicky zejména v Asii. Subklinický deficit selenu se vyskytuje i v České republice. Podle výsledků řady studií je i u nás karence vázána na výskyt deficitu jódu v potravě (ZADÁK, 2002).

2.5.9 Funkce selenu u zvířat

Podklady pro naše znalosti o selenu se skrývají v experimentech na zvířatech. Od roku 1969 se začala všechna krmiva pro zvířata v selen-deficitních oblastech fortifikovat selenem (SUNDE, 2001).

U laboratorních potkanů, jejichž krmivo neobsahovalo dostatečné množství selenu, vitamínu E a sirných aminokyselin se rozvinula nekróza jater, která po 21-28 dnech končila smrtí zvířete (MÁCOVÁ, 2003).

MAHAN (1996) zjistil, že u prasnic, které během odchovu a následné produkce selat dostávaly krmnou dávku obsahující organický selen, se zlepšil placentární, ale také mamární transfer selenu, což mělo za následek zvýšení jeho hladiny jak v těle novorozenech selat, tak také v mlezivu a v mléce jejich matek. Podávání organické formy selenu prasnicím zvyšuje hladinu

tohoto stopového prvku v těle malých selat především v tom kritickém období jejich života, kdy je výskyt deficience selenu nejpravděpodobnější. Imunitní status se rovněž zlepšuje, klesá úhyn do odstavu a narůstá jejich užitkovost (ALLTECH, 2008).

JANG et al. (2010) zjistili, že krmení výkrmových prasat organickým selenem mělo za následek zvýšení denního přírůstku a zlepšila se i konverze krmiva. Naopak MATEO et al. (2007) tvrdí, že podávání selenu nemělo vliv na růstové parametry vykrmovaných prasat.

V svém pokusu ZHAN et al. (2010) popsali, že podávání organické formy selenu – selenomethioninu mělo za následek vyšší denní přírůstky hmotností selat než přidavek anorganické formy – seleničitanu sodného. Vhodnost organické formy u prasat potvrzuje BOBCEK (2010).

Studie u drůbeže zjistily pozitivní účinky zvýšeného přídatku organického selenu na zvyšování hmotnosti jatečného trupu a prsní svaloviny. Je zřejmé, že organická forma selenu zvyšuje intramaskulární tuk v prsní svalovině, a to v průměru až o téměř 12 %. U stehenní svaloviny nebyly významné rozdíly mezi soubory (PAYNE, SOUTHERN 2005).

ŠEVČÍKOVÁ et al. (2007) zkoumali vliv různých forem selenu a vitamínu E (α -tocopherol) na obsah selenu v kuřecím mase a vaječném žloutku. Doplněk selenu zvýšil obsah vitamínu E ve vaječném žloutku tam, kde byly použity organické doplňky selenu. Obsah selenu a vitamínu E byl významně zvýšen při doplnění organické formy selenu v prsní a stehenní svalovině kuřat. Organická forma selenu ve formě seleno-methioninu se ukládá více, než anorganická forma. Doplnění selenu ze seleno-methioninu zvýšilo tělesnou hmotnost kuřat, ale jen asi o 3 %. (ŠEVČÍKOVÁ et al., 2007). V pokusu Niu et al. (2009) zjistili bezvýznamný vliv selenu na tělesnou hmotnost, zatímco konverze krmiva byla zlepšena při doplňku selenu v koncentraci 0,2 mg/kg. Podobných výsledků bezvýznamného zvýšení růstu dosáhli PERIC et al. (2007) nebo YOON et al. (2007).

V pokusu DENIZE et al. (2005) nebo FERNANDESE et al. (2008), bylo zjištěno, že jakýkoliv doplněk selenu u kuřat neukázal žádný významný účinek na tělesnou hmotnost, zvýšení tělesné hmotnosti ani na příjem krmiva.

Doplněk selenu do diet u drůbeže zvyšuje jeho obsah ve vejcích (ŠEVČÍKOVÁ et al., 2007).

V několika dalších studiích doplněk selenu zvýšil obsah selenu v kuřecím mase a zároveň se u tohoto masa snížila oxidace lipidů (COMBS 1981; ŠEVČÍKOVÁ et al., 2007). Ovšem jiné studie poukázaly, že doplnění selenu má jen malý význam na obsah selenu, aktivitu GSH-Px a oxidaci lipidů v hovězím a kuřecím mase (O'GRADY et al., 2001; BOU et al., 2005; RYU et al., 2005).

Dlouhodobá karence selenu zvláště v kombinaci s karencí vitamínu E má negativní dopad i na zdraví a produkci u skotu, prasat i drůbeže. Nejznámější je nutriční svalová dystrofie, která se vyskytuje především u jehňat, telat a prasat (SURAI, 2002 a,b).

Tabulka č. 7 - Onemocnění spojená s deficiencí selenu a vitamínu E u zvířat

Syndrom	Postižená tkáň nebo orgán	Živočišný druh
encefalomalácie	mozeček	kuřata, krůty, bažanti
exudativní diatéza	vaskulární systém	kuřata, krůty, kachny, pstruzi
mikrotická anémie	krev, morek	Kuřata, PRASATA , osli
nekróza jater	játra	PRASATA
fibróza pankreatu	pankreas	kuřata
hemolýza erytrocytů	erytrocyty	kuřata
svalová degenerace	kosterní svalstvo	kuřata, kachny, husy, koně, telata, jehňata, PRASATA , pstruzi
mikroangiopatie	srdeční sval	krůty, PRASATA , teleta, jehňata
degenerace embryí	vaskulární systém	PRASATA
špatná líhivost	embrya	kuřata, krůty
Steatóza	tuková tkáň	PRASATA , kuřata
degenerace varlat	varlata	PRASATA , telata, kuřata
zadržetí placenty	placenta	krávy
snížená fertilita	spermatoza	ovce, skot, drůbež, PRASATA

Zdroj: SURAI, 2002 a

2.5.10 Selen a kvalita masa

Pro dosažení kvalitního vepřového masa a lukrativní ekonomiky při jeho produkci se věnuje pozornost obsahu minerálních látek v krmivech. Jedním ze sledovaných prvků je selen, který kromě toho, že je významný pro zdravotní stav a kondici prasat a snižuje se úmrtnost selat, vede k vyšším přírůstkům při výkrmu a znamená zlepšení kvality vepřového masa (ACDA, 2002). Mnoho autorů se shoduje v tom, že selen má pozitivní vliv na organoleptické vlastnosti masa (na kvalitu masa), ale také se jeho přidávkem do krmiv zvyšuje jeho obsah v mase, které je možné následně využít jako funkční potravinu.

Přílišná ztráta vody (masové šťávy) činí velké ekonomické ztráty výrobcům a zhoršení jakosti (vzhledu a konzistence). Výživové faktory také přispívají k uchování jakosti masa a brání nadměrnému uvolňování vody. Posmrtný oxidační stres ve svalové tkáni je vysoký a přispívá ke ztrátě jakosti masa. Podobně oxidační stres v živých systémech je vysoký; specifické vnitrobuněčné procesy brání nadměrnému poškození tkáně. Selen působí společně s vitamínem E. Omezení tohoto buněčného oxidačního stresu může tak přispět k uchování jakosti masa. Mnohé údaje poukazují na spojení mezi příjmem antioxidantů (tj. vitamín E a selen) a uchováním jakostních parametrů u vepřového a drůbežího masa a ryb (COMBS, 1981).

Antioxidační účinky selenu se na kvalitě vepřového masa projeví jak omezením oxidace lipidů, tak i lepší barevnou stabilitou hemových barviv. Selen má pozitivní vliv na snížení hmotnostních ztrát (vyjádřeno jako tzv. ztráty odkapem) a zlepšují se současně některé organoleptické vlastnosti masa. Vepřové maso bohaté na selen je šťavnatější, křehčí a má lepší vzhled. Pro obohacení krmiva zvířat se selen používá v kombinaci s dalšími antioxidanty, např. tokoferolem (vitamínem E) (MAHAN, 1996; ŠIMEK et al., 2002).

Uvádí se souvislost oxidativního stresu a PSE masa. Výživové faktory mohou ovlivnit výskyt PSE, nedostatek vitamínu E a selenu zvyšuje výskyt PSE masa. Aplikace organického selenu může naopak snížit výskyt bledého měkkého vodnatého masa (MIHAILOVIC et al., 1984; SCHNEIDEROVÁ, 2005).

Také kombinace selenu, vitamínu E a vitamínu C, přidávaných do krmiva prasat napomáhá snížení ztrát odkapem a zvýšení údržnosti masa (MUÑOZ et al., 1997).

Maso všech druhů zvířat trpících deficiencí selenu vykazuje ztráty hmotnosti odkapem (SVOBODA, 2004).

Dietární suplementace organických zdrojů selenu měla za následek redukcí ztrát odkapem, zlepšenou barvu masa a jeho skladovatelnost, zlepšení kulinářské kvality, jako je například jemnost masa. Ke zlepšení kvality masa došlo díky redukcí oxidace lipidů. Autoři uvádějí, že by měl být vyvinut speciální premix s obsahem minerálních látek a vitamínů, který by se stal klíčovým faktorem ovlivňujícím kvalitu masa (D'SOUZA et al., 2001).

V případě kuřat ŠEVČÍKOVÁ et al. (2007) zjistili, že obsah selenu ve svalovině a játrech kuřat se zvýšil po jeho přidavku do krmiva, takže takto obohacené maso o organickou formu selenu je možno považovat za funkční potravinu.

Aplikace organického selenu do standardních krmných směsí pro prasata má pozitivní vliv na obsah selenu ve vepřovém mase. (BOBCEK, 2005). Příznivý vliv přidavku selenových

kvasnic na ukládání selenu ve svalovině prasat potvrdili další autoři (JANG et al, 2010; FAJT et al., 2009). V rozporu s nimi stojí SVOBODA et al. (2011), který rozdíl v kvalitě nepotvrdil.

Výrobci tvrdí, že zvířata se zvýšeným podílem selenu v maso jsou libovější a jejich maso je křehčí a jemnější než tradiční vepřové a má výraznější barvu i chuť.

Vyvinutím selenového masa se producentům podařilo vyřešit dva závažné problémy. Za prvé mohou korejské výrobci nabízet na trhu jedinečný a vysoce konkurenceschopný výrobek a za druhé našli způsob, jak lidem příjemným způsobem zajistit přísun nedostatkového mikroprvku (MAIXNER, 2001).

Tradičně užívané premixy minerálních látek byly určeny spíše pro prevenci problémů než pro optimalizaci užitkovosti. V současnosti jsou ale klíčovými faktory ekonomicky úspěšných provozů farem a kvality produkce (TWIGGE, MARTIN, 2004).

2.5.11 Zdroje a biologická dostupnost

Obsah selenu v potravinách značně záleží na jeho obsahu v půdě. Při velké koncentraci selenu v půdě může být jeho obsah v tzv. selenomilných rostlinách (např. jedlé houby) poměrně vysoký. V naší populaci je příjem selenu velmi nízký – v půdě se prakticky nevyskytuje a z potravin jsou jediným přijatelným zdrojem mořské ryby (PÁNEK et. al., 2002).

Dobrymi zdroji selenu jsou ale potraviny živočišného původu, jako jsou ledviny, játra, vepřové maso, krabi a další korýši, ryby a vejce (ANON., 2003).

Česká republika se řadí k evropským zemím s nízkým statusem selenu (MAĎARIČ et al., 1994; ILLEK, 2002; ŠIMÁNĚ, HUBENÝ, 2004).

Suboptimální hladiny selenu v československé populaci způsobuje jeho nízký obsah v půdě, a tím i v celém potravinovém řetězci. Koncentrace selenu v rostlinách vypěstovaných na našem území kolísá na nedostačující hodnotě.

Ze živočišných produktů pocházejících ze zvířat dostávajících seleničitan je jeho přenos na lidi neefektivní, jelikož se v nich vyskytuje převážně jen ve formě s nízkou biovyužitelností – jako selenocystein ve specifických selenoenzymech.

Zvýšení selenu v populaci můžeme dosáhnout suplementací selenu. Jeden z možných způsobů je doplnění krmných směsí selenem ve formě selenomethioninu, čímž dochází i ke zvýšení obsahu selenu v tkáních zvířat (KADRABOVÁ, MAĎARIČ, 1997).

Přední světoví výživáři na základě nejnovějších výzkumů upřednostňují organickou formu selenu před dosud užívaným anorganickým seleničitanem sodným (CLOSE, 2003, FAJT et al., 2009).

Do doby než byla prasata chovaná v uzavřených prostorách a krmena dávkami založenými na obilninách nebyl problém s nedostatkem selenu. Selen není nutný pro růst rostlin a jeho přítomnost v půdě není vyrovnaná; velké plochy země po celém světě jsou deficitní v obsahu selenu.

Od konce 60. let hledali výživáři vhodný zdroj selenu a jako nejvhodnější z hlediska nákladů se ukázal anorganický zdroj – seleničitan sodný. Potřebné množství (0,3 ppm) je tak malé, že aplikace seleničitanu sodného byla považována za bezrizikovou a málo nákladnou záležitost (méně než 1 penny na tunu krmiva), a tak se výrobci krmiv soustředili na důležitější výživové problémy.

V posledních několika letech se aplikace seleničitanu sodného stala ožehavou otázkou. Došlo ke srovnání organického a anorganického zdroje selenu a byl zjištěn zásadní rozdíl, a sice v tom, že selen v organické formě působí jako antioxidant a v anorganické jako oxidant. Organický selen je prasaty lépe využitelný a podporuje neutralizaci toxinů vzniklých oxidací (CLOSE, 2003).

V rostlinách je selen obsažen ve formě organické ve vazbě na aminoseliny a peptidy převážně jako selenomethionin. Tato forma je dobře využitelná všemi druhy zvířat, protože selen v této formě se vstřebává jako aminokyselina a v organismu je rovněž jako aminokyselina inkorporován do tkání. (ILLEK, 2002).

I když se potřeba selenu v lidské a živočišné výživě všeobecně uznává, otázka týkající se vhodné formy selenu pro doplňkové užívání se ještě stále řeší. Za ideálních podmínek by se selen měl podávat v takové formě, kdy se vyskytuje ve stravě ve své přirozené formě. Protože L-isomer selenomethioninu je hlavní přirozená potravinová forma selenu, umělý L-Se-met, nebo jím obohacené potravinové zdroje jako selenové kvasnice jsou vhodnou doplňkovou formou selenu pro lidi i pro zvířata (SCHRAUZER, 2000).

Selen se v krmivech používá v anorganické (jako seleničitan nebo selan) nebo organické formě. Účinnost anorganických sloučenin je však relativně nízká, proto se doporučuje do krmiv dodávat přibližně desetinásobné dávky ve srovnání s fyziologickou potřebou. Použití selenu v organické formě je výhodnější, přičemž nejčastěji se používají deriváty methioninu, jejichž využitelnost je mnohonásobně vyšší ve srovnání s anorganickými formami a současně urychluje transport selenu do svalové tkáně. Na tomto místě je však třeba varovat před neuváženým dávkováním selenu do krmných směsí, protože selen ve vyšších koncentracích může způsobovat

intoxikace a předávkování pak způsobí chovateli větší ztráty, než by mohl být přínosy (MUÑOZ et al., 1997).

V 70. letech byl selen v různých zemích povolen jako přídavek do krmiv. Nejčastěji se používala jeho anorganická forma, seleničitan sodný. Ten je však prooxidantem a musí být v těle zvířat nejprve převeden na selenocystein, jinak dochází k jeho značným ztrátám a odchází z těla zvířat především v moči.

Výhodnější je přidávat do krmiva organickou formu selenu. Jednou z variant je přídavek, který se vyrábí fermentací kvasnic v médiu s nízkým obsahem selenu. Síra má velmi podobné chemické vlastnosti a dochází k její náhradě v buňkách kvasnic za selen. Vytváří se tak biologicky aktivní forma selenu, jehož podstatný podíl se zachytí v tkáních těla zvířete (ŠIMEK, ZEMANOVÁ, 2003).

Byl zjištěn pozitivní vliv použití kvasinek se selenem ve výživě prasnic a selat. Uvádí se, že přídavek selenových kvasinek (Sel-Plex) prasnicím významně zvyšuje obsah selenu v mléce, porodní hmotnost selat, počet odstavených selat, hmotnost vrhu a přírůstek vrhu během laktace. Významně snižuje počet uhynulých selat na prasnici a věk vrhu při odstavu (SCHNEIDEROVÁ, 2005).

Některá krmiva pro prasata se proto záměrně doplňují sloučeninami selenu. Kromě toho, že je selen důležitý pro výkrm prasat, vepřové maso takových zvířat je i cenným zdrojem selenu pro spotřebitele (ACDA, 2002).

Nejvýznamnější je prevence, která spočívá v suplementaci zvířat selenem. Nejvýhodnější jsou organické formy selenu, kde je míra resorpce až 60 %, přičemž k nasycení organismu selenem dojde velmi rychle (ILLEK et al., 1998)

Zařazení organického selenu přináší významné výhody ve výživě hospodářských zvířat (SURAI, 2003).

- Akumulace selenu v tkáních umožňuje vytváření rezerv tohoto prvku. Zásoby selenoaminokyselin mohou být využity v případě vzniku stresových zátěží pro dostatečnou syntézu selenoproteinů k paralyzaci nepříznivého vlivu nadbytku volných radikálů.
- Mnohem účinnější (v porovnání se seleničitanem) je přenos prostřednictvím placenty. Mláďata se rodí vybavená lepší antioxidační obranyschopností.
- Efektivnější transfer selenu do kolostra a mléka. Sající mláďata jsou vybavena dostatečnou antioxidační ochranou v kritickém období ontogeneze, kdy je antioxidační ochrana většinou slabá.

- Efektivnější podpora kvality spermatu.
- Zlepšená kvalita skladovatelnosti masa a vajec.
- Nižší toxicita.
- Vyšší obsah selenu v živočišných produktech určených pro humánní spotřebu. Efektivnější transfer organického selenu do vajec, mléka, masa předurčuje výrobu živočišných produktů obohacených selenem do kategorie funkčních potravin.
- Selenomethionin se vyznačuje antioxidačními vlastnostmi, zatímco seleničitan prooxidativními.

Selen v potravě existuje v řadě organických a anorganických sloučenin, jako jsou selenomethionin (rostlinné a živočišné zdroje a potravinové doplňky), selenocystein (hlavně živočišné zdroje), seleničitany a selany (hlavně potravinové doplňky). Biologická dostupnost a distribuce v tkáních závisí na přijaté formě. Selenomethionin musí být katabolizován na anorganický prekurzor, proto je méně dostupným metabolickým zdrojem než seleničitany a selany, které stačí zredukovat na selenid, aby byl získán selenofosfát. Ten je prekurzorem selenocysteinu, aktivní formy selenu v selenoproteinech (ANON., 2003).

Selenomethionin nahrazuje v tělních bílkovinách methionin a zabezpečuje tím tvorbu zásob selenu v organismu. U normálně krmených zvířat představuje selen uložený ve formě selenomethioninu v jejich svalovině přibližně 50 % celkového obsahu selenu. Přítomnost selenu ve svalových bílkovinách může částečně změnit jejich vlastnosti a posílit jejich rezistenci vůči oxidativnímu poškození. Zjistilo se, že selenomethionin by mohl fungovat jako určitý druh buněčného antioxidantu (ARTEEL et al., 1999), když reaguje s peroxinitrátem za vzniku selenomethioninového oxidu, který v podmínkách in vitro může být hned redukován kyselinou askorbovou zpět na selenomethionin (FERENČÍK, EBRINGER, 2002).

2.5.12 Sel-Plex

Sel-Plex vyráběný firmou Alltech dodává selen v té formě, která se běžně vyskytuje v přírodě. Sel-Plex je jedinou organickou formou tohoto prvku, jejíž používání je v zemích EU povoleno a také jedinou selenovou sloučeninou, kterou testovala a hodnotila americká vládní agentura pro správu potravin a léčiv (U.S. Food and Administrativ).

Sel-Plex získal povolení k používání jako krmné aditivum pro všechny druhy hospodářských zvířat na základě Směrnice č. 1831/2003 (EU Regulation 1831/2003). Sel-Plex je jediným organickým selenovým produktem, u něhož byl v Evropě tento schvalovací proces úspěšně dokončen, a proto je nyní pro evropské výrobce krmiv jediným preparátem, který je

na trhu dostupný. Sel-Plex je také jedinou organickou formou selenu, kterou schválil americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) jako zdroj selenu pro brojlerů, nosnice, krůty, prasata, žirný skot, mléčný skot, koně, ovce, psy a kozy.

Díky Sel-Plexu je zlepšený antioxidační status a pevnější zdraví a to vede k vyšším ziskům v důsledku zlepšeného zdravotního stavu a zvýšené užitkovosti zvířat. U prasnic dochází ke zvýšené hladině celkového selenu s následným přenosem na pozdější vrh. Zvyšuje se hladina selenu v mléce a mlezivu, takže i samotné selat je krmeno vyšší dávkou selenu, což zapříčiňuje vyšší životaschopnost, přičemž prvotní transfer selenu u selat je vstřebáván před samotným porodem přes placentu. Uchování dostatečné hladiny selenu u rostoucích selat má za následek jeho zvýšenou koncentraci v těle odstávkat (vyšší tkáňové rezervy). To zapříčiňuje zlepšení přírůstku a lepší intenzity růstu se zvýšenou odolností proti chorobám. U prasat ve výkrmu Sel-Plex zlepšuje retenci, antioxidační status, zdravotní stav a především kvalitu masa. Na toto bohatě postačí přidání Sel-Plexu do krmné dávky na den a kus 0,3 ppm (ALLTECH, 2008).

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv přídatku organického selenu v KKS v různém období výkrmu prasat na vybrané parametry výkrmnosti, kvantitativní a kvalitativní stránky jatečné hodnoty a zastoupení selenu ve svalovině.

Byly stanoveny následující hypotézy, které ověřuje diplomová práce:

Hypotéza č. 1

Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zlepšuje parametry výkrmnosti.

Hypotéza č. 2

Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zlepšuje kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty.

Hypotéza č. 3

Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zlepšuje kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty.

Hypotéza č. 4

Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zvyšuje množství selenu ve svalovině.

Hypotéza č. 5

Různá délka podávání organického selenu v krmných směsí výkrmových prasat ovlivňuje ukládání do svaloviny.

4. Materiály a metodika

Pro sledování bylo využito 69 ks jatečných prasat hybridní kombinace křížení (ČBU_xČL)_x(BO_xPN). Zvířata byla testována v pokusné a testační stanici v Ploskově u Lán, která spadá pod Katedru speciální zootechniky ČZU v Praze. Prasata byla krmena tři komponentní krmnou směsí (pšenice, ječmen, sója, 5 % premix doplňků biofaktorů). Výkrm probíhal ve třech fázích s kontinuálním přechodem. Živinové složení uvádí tabulka č. 8.

Tabulka č. 8 - Živinové složení KKS v závislosti na živé hmotnosti

Kategorie	N látky (%)	ME (MJ)	Lyzin (g/kg)
Do 35 kg ž. hm.	19,6	13,2	12,2
35 – 65 kg ž. hm.	18,75	13,1	10,4
Nad 65 kg ž. hm.	16,7	13,0	8,4

Zvířata byla rozdělena podle složení krmné směsi a přídatku selenu do čtyř skupin:

- 1. skupina* (n = 9), byla krmena KKS s přídatkem organického selenu (komerční přípravek Selplex) v dávce 1mg Se na 1kg kompletní krmné směsi, po celou dobu výkrmu.
- 2. skupina* (n = 8), byla krmena KKS přídatkem organického selenu (komerční přípravek Selplex) v dávce 1mg Se na 1kg kompletní krmné směsi v 1. polovině výkrmu, ve 2. polovině byla krmena bez přídatku selenu.
- 3. skupina* (n = 9), byla v 1. polovině výkrmu krmena KKS bez přídatku selenu, ve 2. polovině výkrmu byla krmena KKS přídatkem organického selenu (komerční přípravek Selplex) v dávce 1mg Se na 1kg kompletní krmné směsi.
- 4. skupina* (n = 43), byla krmena KKS bez přídatku selenu po celou dobu výkrmu.

Tabulka č. 9 – Rozdělení skupin testovaných prasat dle doby podávání selenu.

Skupina	Doba podávání selenu	Počet celkem* (ks)	Počet rozbor ** (ks)	Počet rozbor selen*** (ks)
1. skupina	+ +	9	9	4
2. skupina	+ -	8	8	4
3. skupina	- +	9	9	4
4. skupina	- -	43	14	4

* Počet zvířat zařazených do testu

** Počet zvířat, u kterých byl proveden běžný jatečný rozbor

*** Počet zvířat, u kterých byl zjišťován obsah selenu v mase

Zvířata byla porážena na komerčních jatkách při dosažení průměrné živé porážkové hmotnosti cca 109,8 kg. U testovaných prasat byly u jednotlivých zvířat zjišťovány následující ukazatele:

Charakteristika základních ukazatelů výkrmnosti,

- denní spotřeba KS/den - 1. pol. (tj. 1. – 7. týden) výkrmu, (kg/den),
- denní spotřeba KS/den - 2. pol. (tj. 8. – 15. týden) výkrmu (kg/den),
- denní spotřeba KS/den za celou dobu výkrmu (kg/den),
- průměrný denní přírůstek - 1. pol. výkrmu (g/den),
- průměrný denní přírůstek - 2. pol. výkrmu (g/den),
- průměrný denní přírůstek za celou dobu výkrmu (g/den),
- konverze krmiva - 1. pol. výkrmu (kg KKS/kg přír.ž.hm.),
- konverze krmiva - 2. pol. výkrmu (kg KKS/kg přír.ž.hm.),
- konverze krmiva za celou dobu výkrmu (kg KKS/kg přír.ž.hm.).

Charakteristika základních kvantitativních ukazatelů jatečné hodnoty,

- hmotnost JUT za studena (kg),
- výška hřbetního tuku 1 - nad prvním hrudním obratlem (mm),
- výška hřbetního tuku 2 - nad posledním hrudním obratlem (mm),
- výška hřbetního tuku 3 - nad prvním křížovým obratlem (mm),
- výška tuku stanovená přístrojem FOM (mm),
- výška svalů stanovená přístrojem FOM (mm),
- podíl svaloviny v JUT (%),

- hmotnost hlavních masitých částí (kg),
- podíl hlavních masitých částí z JUT (%).

Běžný jatečný rozbor,

- hlava (kg),
- lalok (kg),
- nožka plec (kg),
- nožka kýta (kg),
- koleno plec (kg),
- koleno kýta (kg),
- kýta celkem (kg),
- kýta maso + kost (kg),
- kýta tukové krytí + kůže (kg),
- podíl kýty (maso+kost) z JUT (%),
- bok celkem (kg),
- panenka (kg),
- paždík (kg),
- krkovice celkem (kg),
- krkovice maso + kost (kg),
- krkovice tuk + kůže (kg),
- podíl krkovice (maso + kost) z JUT (%),
- plec celkem (kg),
- plec maso + kost (kg),
- plec tuk + kůže (kg),
- podíl plece (maso + kost) z JUT (%),
- pečeně celkem (kg),
- pečeně maso + kost (kg),
- pečeně tuk + kůže (kg),
- podíl pečeně (maso + kost) z JUT (%),
- Hmotnost pravé pülky za studena (kg).

Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty (ve vztahu k selenu),

- barva L – světlost, barva LAB stanovená spektrofotometrem Minolta CM-700d, Osaka, Japan
- barva a* - červenost
- barva b* - žlutost,
- ztráta masové šťávy odkapem (%) – stanovená gravimetricky
- elektrická vodivost – kýta sval MS (mS) – elektrická konduktivita stanovená přístrojem LATKA 1980
- elektrická vodivost – pečeně sval MLLT (mS),
- hodnota pH v kýtě - 45 min. p. m. v MS,
- hodnota pH v pečení - 45 min. p. m. v MLLT,
- textura - síla stříhu (N) – podle Warnera-Bratzlera stanovená přístrojem Instron 3342, Norwood, MA, USA

4.1 Chemický rozbor zastoupení selenu ve svalovině

Vzorky byly odebrány v množství 5 gramů z MLLT. Byly mineralizovány koncentrovanou kyselinou dusičnou v mikrovlnném rozkladném zařízení. Koncentrace Se v digestátech byla stanovena metodou hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem.

Popis: Uchování vzorku -20 °C, opakování 2x, digesce: 8ml HNO₃ + 2ml H₂O₂ v CEM Discover SPD-Plus, měření: ICP MS Agilent 7700x (HEHe mod).

Vlastní analýza: 0,5g vzorku + 8 ml HNO₃ + 2ml H₂O₂ - rozklad v mikrovlnně asistovaném rozkladném zařízení firmy CEM Discover Explorer SP-D Plus (CEM Corp. USA). Za teploty 200 °C a max. tlaku 27,6 bar. Digestát byl 10x naředěn a do doby měření uchován v chladničce při 5 °C.

Změřen byl obsah Se pomocí hmotnostního spektrometru s indukčně vázaným plazmatem (ICP MS) za použití He jako kolizního plynu. Jako interní standard bylo použito Er. Přístroj je od firmy Agilent Technologies Ltd. (USA) s označením 7700x, jako software k vyhodnocení byl použit MussHunter Workstation Software verze A01.02 od stejné firmy. Použité chemikálie odebíráme od firmy Analytika (ČR) v Analpure čistotě. Použitá MilliQ voda byla odebrána ze zařízení pro čištění vody Millipore (Millipore Corp., USA). Veškeré použité plyny Ar i He jsou v čistotě 5x9 od firmy Messer Technogas (zastoupení v ČR).

4.2 Statistika

Veškeré dílčí údaje byly zpracovány základní statistickou analýzou. Pro statistické vyhodnocení byl využit program SAS v 9.1. Pro určení vlivu jednotlivých faktorů byla použita procedura GLM, přičemž byl použit model:

$$Y_i = M + V_i + e_i$$

M – průměr populace,

V_i – efekt výživy (kontrolní skupina, skupina s přidavkem selenu),

e_i – reziduální chyba.

5. Výsledky a diskuze

V tabulce č. 10 jsou uvedeny průměrné denní spotřeby KKS/den, průměrný denní přírůstek a konverze krmiva v závislosti na rozdělení 69 ks testovaných zvířat do 4 skupin podle délky a doby podávání kompletní krmné směsi obohacené organickým selenem. 1. skupina, které byl do krmné dávky selen suplementován po celou dobu výkrmu, zahrnovala 9 ks zvířat. 2. skupina, které byl selen přidáván pouze v 1. polovině výkrmu, zahrnovala 8 ks zvířat. 3. skupina, které byl selen v krmné směsi předkládán jen ve 2. polovině výkrmu zahrnoval 9 ks zvířat a kontrolní 4. skupina, krmená bez přídavku selenu po celou dobu výkrmu, zahrnovala 43 ks zvířat.

I když výsledky nejsou statisticky průkazné, můžeme si povšimnout jistého trendu, kdy příznivých přírůstků, ale zároveň i nejvyšší konverze a spotřeby krmiva, dosahuje 4. skupina, které nebyl selen v krmivu podáván vůbec. Výrobce komerčního přípravku Sel-Plex firmy ALLTECH (2008), ve shodě s JANG et al. (2010) tvrdí, že uchování dostatečné hladiny selenu u rychle rostoucích prasat zapříčiňuje zlepšení přírůstku a lepší intenzitu růstu. MATEO et al. (2007) naopak vliv selenu na denní přírůstky nepotvrdil.

Je patrné, že skupiny (1. a 2.), kterým byl podáván selen v 1. polovině výkrmu, dosahovaly příznivějších výsledků u sledovaných ukazatelů charakterizujících výkrmnost, přičemž 2. skupina dosahovala po celou dobu výkrmu nejvyšších průměrných denních přírůstků. Naopak přídavek selenu ve 2. polovině výkrmu vedl ke zpomalení přírůstku. Rozdíly však nebyly statisticky významné.

Statisticky významný rozdíl ($P = 0,036$) byl zjištěn v konverzi krmiva během 1. poloviny výkrmu mezi skupinami 3. a 4. Jedná se ale o skupiny, které v daném období byly krmeny shodně, tj. bez suplementace selenem. Výsledek byl pravděpodobně ovlivněn nízkým počtem sledovaných zvířat. I tak můžeme pozorovat lepší výsledky u 1. a 2. skupiny, kterým byl selen podáván, což ve svém pokusu o vlivu přídavku selenu na lepší konverzi krmiva zjistili i NIU et al. (2009) a JANG et al. (2010).

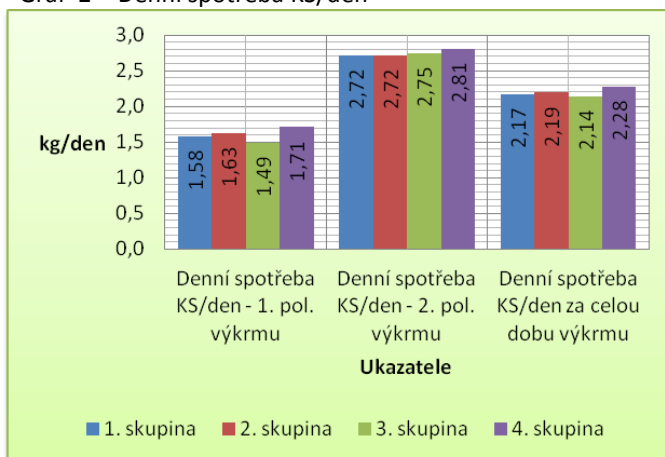
Hypotéza č. 1: *Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zlepšuje parametry výkrmnosti*, nebyla potvrzena. Přídavek selenu v kompletní krmné směsi neměl vliv na parametry výkrmnosti. Přesto lze doporučit podávání selenu v 1. polovině výkrmu, kdy bylo dosahováno nejvyšších denních přírůstků a zároveň nejnižší konverze. Výsledky byly statisticky nevýznamné.

Tabulka č. 10 - Charakteristika základních ukazatelů výkrmnosti

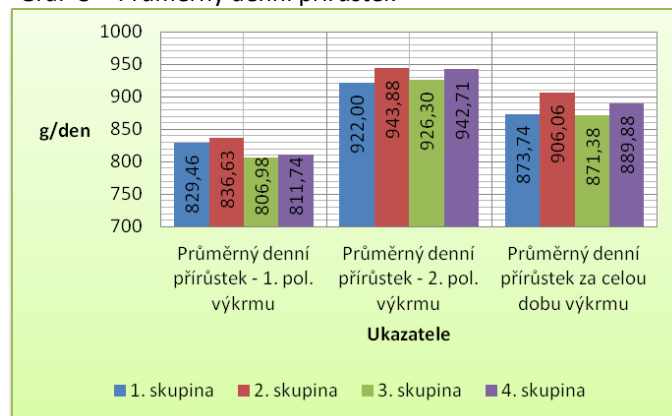
Ukazatele	Jednotky	n	Selen 1. sk (+ +)		n	Selen 2. sk (+ -)		n	Selen 3. sk (- +)		n	Selen 4. sk (- -)		Významnost *
			\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x	
Denní spotřeba KS/den - 1. pol. výkrmu	kg/den	9	1,58	0,23	8	1,63	0,19	9	1,49	0,54	43	1,71	0,32	ns
Denní spotřeba KS/den - 2. pol. výkrmu	kg/den	9	2,72	0,34	8	2,72	0,52	9	2,75	0,13	43	2,81	0,31	ns
Denní spotřeba KS/den za celou dobu výkrmu	kg/den	9	2,17	0,24	8	2,19	0,36	9	2,14	0,24	43	2,28	0,28	ns
Průměrný denní přírůstek - 1. pol. výkrmu	g/den	9	829,46	136,40	8	836,63	123,61	9	806,98	99,43	43	811,74	145,15	ns
Průměrný denní přírůstek - 2. pol. výkrmu	g/den	9	922,00	95,19	8	943,88	137,89	9	926,30	115,02	43	942,71	106,77	ns
Průměrný denní přírůstek za celou dobu výkrmu	g/den	9	873,74	87,15	8	906,06	121,04	9	871,38	84,57	43	889,88	90,26	ns
Konverze krmiva - 1. pol. výkrmu	kg/kg	9	2,35	0,39	8	2,38	0,26	9	2,23	0,78	43	2,56	0,34	ns
Konverze krmiva - 2. pol. výkrmu	kg/kg	9	3,01	0,32	8	2,84	0,35	9	3,01	0,27	43	2,98	0,31	ns
Konverze krmiva za celou dobu výkrmu	kg/kg	9	2,56	0,14	8	2,49	0,26	9	2,52	0,33	43	2,63	0,20	ns

* NS: statisticky nevýznamné rozdíly;

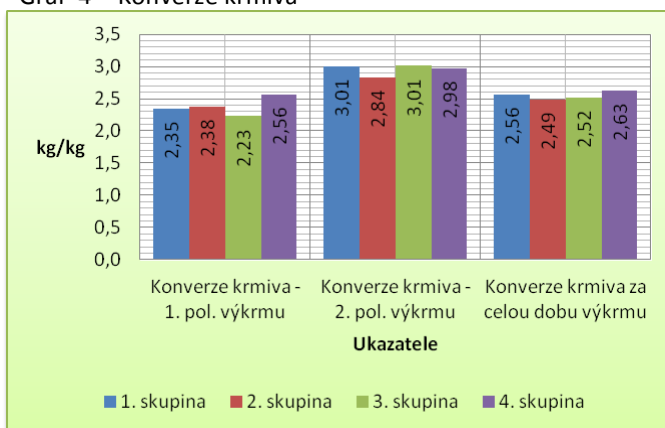
Graf 2 - Denní spotřeba KS/den



Graf 3 - Průměrný denní přírůstek



Graf 4 - Konverze krmiva



Tabulka č. 11 zahrnuje rozbor základních ukazatelů jatečné hodnoty. Většina rozdílů nebyla statisticky významná.

Grafy 5 a 8 znázorňují hmotnost JUT za studena a hmotnost HMČ a i když nebyla zjištěna významnost, je z grafů patrné, že nejvyšší průměrné hmotnosti dosahovala zvířata ze 4. skupiny, tedy ta, která byla krmena kompletní krmnou směsí bez přídavku selenu. Z výše uvedeného a vzhledem k předchozímu grafu 3 – průměrný denní přírůstek, lze doporučit selen nepodávat vůbec nebo pouze v 1. polovině výkrmu. Přídavek selenu ve 2. polovině výkrmu (1. a 3. skupina) má za následek dosahování nižší finální hmotnosti.

Graf 7 ukazující podíly svaloviny z JUT bez staticky významných rozdílů dopadl nejvýhodněji pro skupiny krmené selenem (1., 2. a 3. skupina). Nejvyššího podílu dosahovala 2. skupina.

Graf 9 znázorňuje výšku hřbetního tuku. Statisticky významný rozdíl ($P = 0,043$) byl prokázán mezi skupinami 1. a 4. při měření parametru výška hřbetního tuku 1 – tedy nad prvním hrudním obratlem. Z grafu vyplývá, že suplementace selenem v 1. polovině výkrmu má za následek menší výšku tuku 1. Další dva ukazatele – výška hřbetního tuku 2 a výška hřbetního tuku 3 nebyly statisticky významné.

Podobné pokusy s přídavkem selenu, avšak u kuřecích brojlerů, provádělo mnoho autorů. Jejich výsledky se ale rozcházejí. PAYNE a SOUTHERN (2005), ŠEVČÍKOVÁ et al. (2007), PERIC et al. (2007) a YOON et al. (2007) zjistili bezvýznamné zvyšování hmotnosti JUT a tělesné hmotnosti. Naopak DENIZE et al. (2005) a FERNANDESE et al. (2008) účinek selenu na tělesnou hmotnost, její zvyšování, ani na příjem krmiva, nepotvrdili.

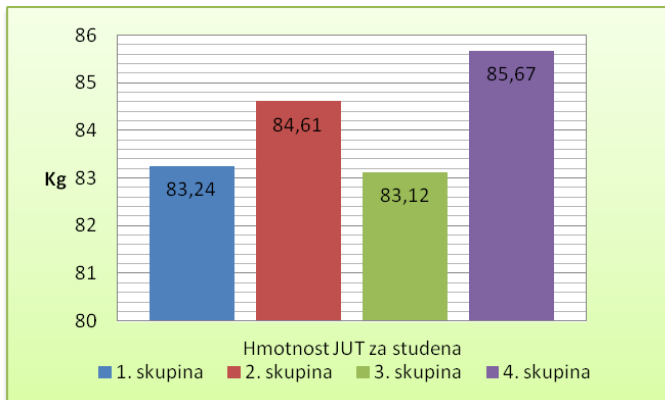
Nad dosaženými výsledky lze vyslovit domněnku, že přídavek selenu nemá na parametry jatečné hodnoty příznivý vliv.

Tabulka č. 11 - Charakteristika základních ukazatelů jatečné hodnoty

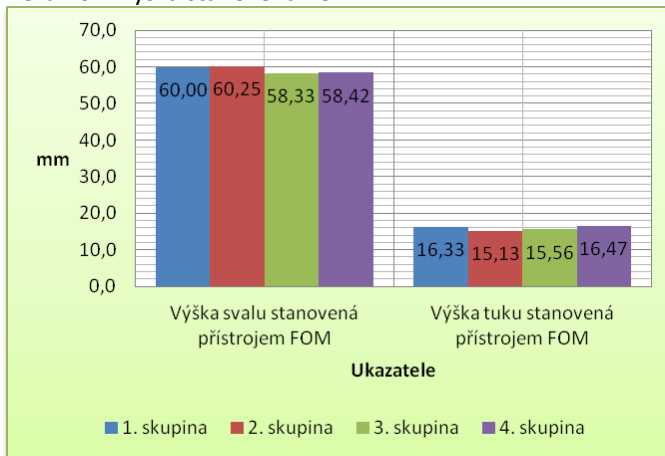
Ukazatele	Jednotky	Selen 1. sk (+ +)		n	Selen 2. sk (+ -)		n	Selen 3. sk (- +)		n	Selen 4. sk (- -)		Významnost *
		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x	
Hmotnost JUT za studena	kg	83,24	5,99	9	84,61	10,21	9	83,12	6,03	43	85,67	10,56	ns
Výška hřbetního tuku 1 - nad prvním hrudním obratlem	mm	33,42	6,59	9	34,07	7,58	9	38,25	5,37	43	38,88	7,59	1.-4., 0,043
Výška hřbetního tuku 2 - nad posledním hrudním obratlem	mm	22,62	5,20	9	21,67	6,02	9	22,75	2,64	43	22,94	5,18	ns
Výška hřbetního tuku 3 - nad prvním křížovým obratlem	mm	17,02	3,90	9	16,81	5,69	9	18,26	4,14	43	16,74	5,10	ns
Výška tuku stanovená přístrojem FOM	mm	16,33	2,92	8	15,13	3,44	9	15,56	1,67	43	16,47	3,64	ns
Výška svalů stanovená přístrojem FOM	mm	60,00	4,50	8	60,25	5,28	9	58,33	4,42	43	58,42	5,40	ns
Podíl svaloviny v JUT	%	55,66	2,43	9	56,57	2,70	9	56,01	1,50	43	55,36	2,84	ns
Hmotnost hlavních masitých částí	kg	21,91	1,89	9	22,31	2,32	9	21,63	1,99	14	23,09	2,29	ns
Podíl hlavních masitých částí z JUT	%	53,40	4,15	9	53,87	2,76	8	53,33	2,09	14	52,60	3,12	ns

* NS: statisticky nevýznamné rozdíly;

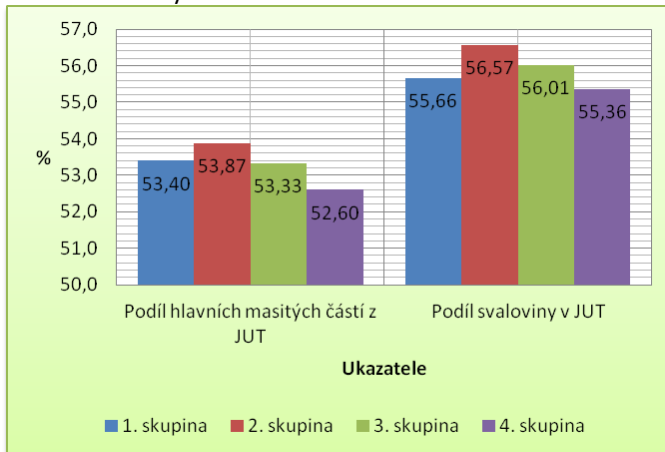
Graf 5 - Hmotnost JUT za studena



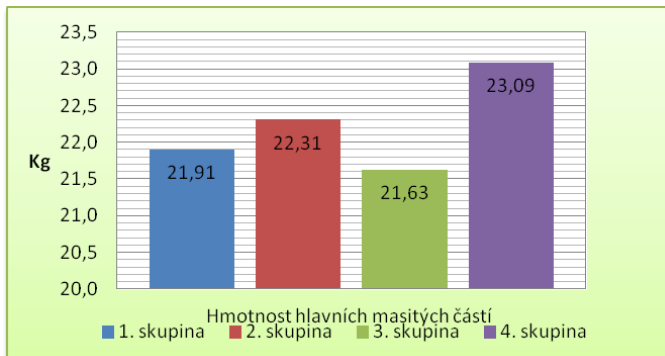
Graf 6 - Výška stanovená FOM



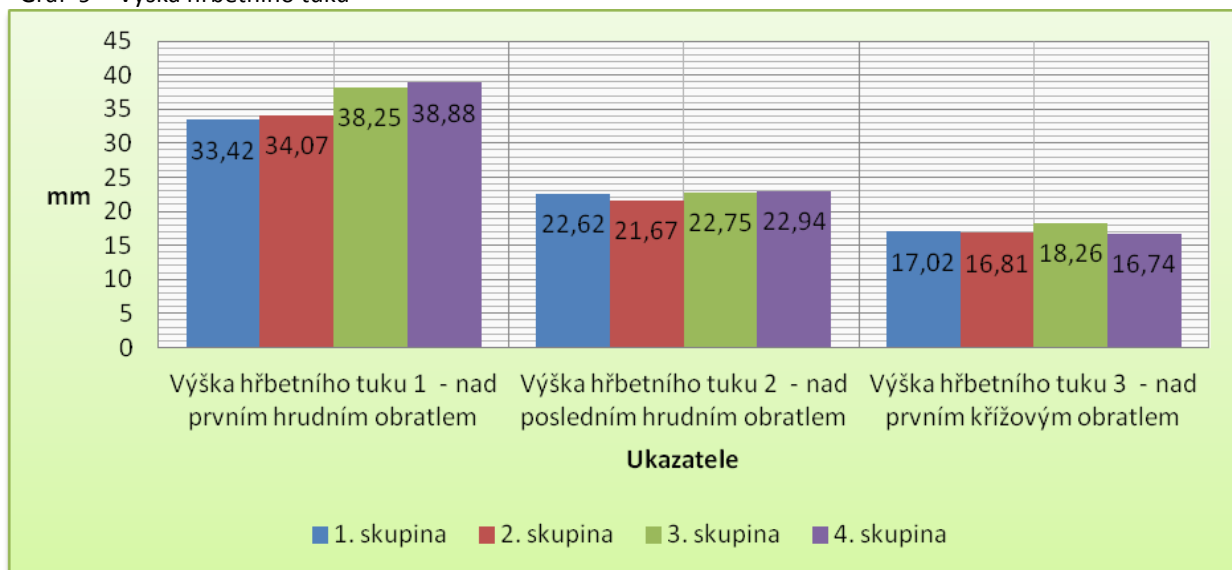
Graf 7 - Podíly z JUT



Graf 8 - Hmotnost HMČ



Graf 9 - Výška hřbetního tuku



Tabulka č. 12 zahrnuje běžný jatečný rozbor. Nejpříznivější hodnoty jsme zjistili opět u 4. skupiny, krmené bez přídavku selenu po celou dobu výkrmu. Statisticky vysoce významné rozdíly ($P = 0,001 - 0,006$) byly zjištěny u ukazatele kýta maso + kost a podíl kýty (maso + kost) z JUT, přičemž platilo, že 4. skupina dosahovala nejlepších výsledků, tj. nejvyšších hmotností a podílů.

Vyjma tohoto zjištění nebyl pozorován další statisticky významný rozdíl mezi podáváním selenu pouze v 1. polovině výkrmu nebo krmením bez přídavku selenu po celou dobu, tj. mezi 2. a 4. skupinou. Tyto výsledky zdá se korespondují se zjištěnými výsledky zachycenými na grafech 5 a 8. Jsou úzce spjaty s rozdílnou porážkovou hmotností a tudíž i hmotností HMČ, které též nebyly statisticky významné.

Všechny další statisticky významné rozdíly ($P = 0,026 - 0,05$) byly dosaženy mezi skupinami krmenými přídavkem organického selenu v průběhu 2. poloviny výkrmu (1. a 3. skupina) a 4. skupinou.

Krmení po celou dobu kompletní krmnou směsí obohacenou organickým selenem (1. skupina) způsobilo horší výsledky u ukazatelů kýta celkem ($P = 0,05$) a paždík ($P = 0,03$).

Krmení s přídavkem selenu ve 2. polovině výkrmu (3. skupina) vedlo k horším výsledkům u ukazatelů koleno kýta ($P = 0,026$) a plec maso + kost ($P = 0,04$). Naopak vykázalo lepší výsledek u podílu krkovice (maso + kost) z JUT ($P = 0,05$).

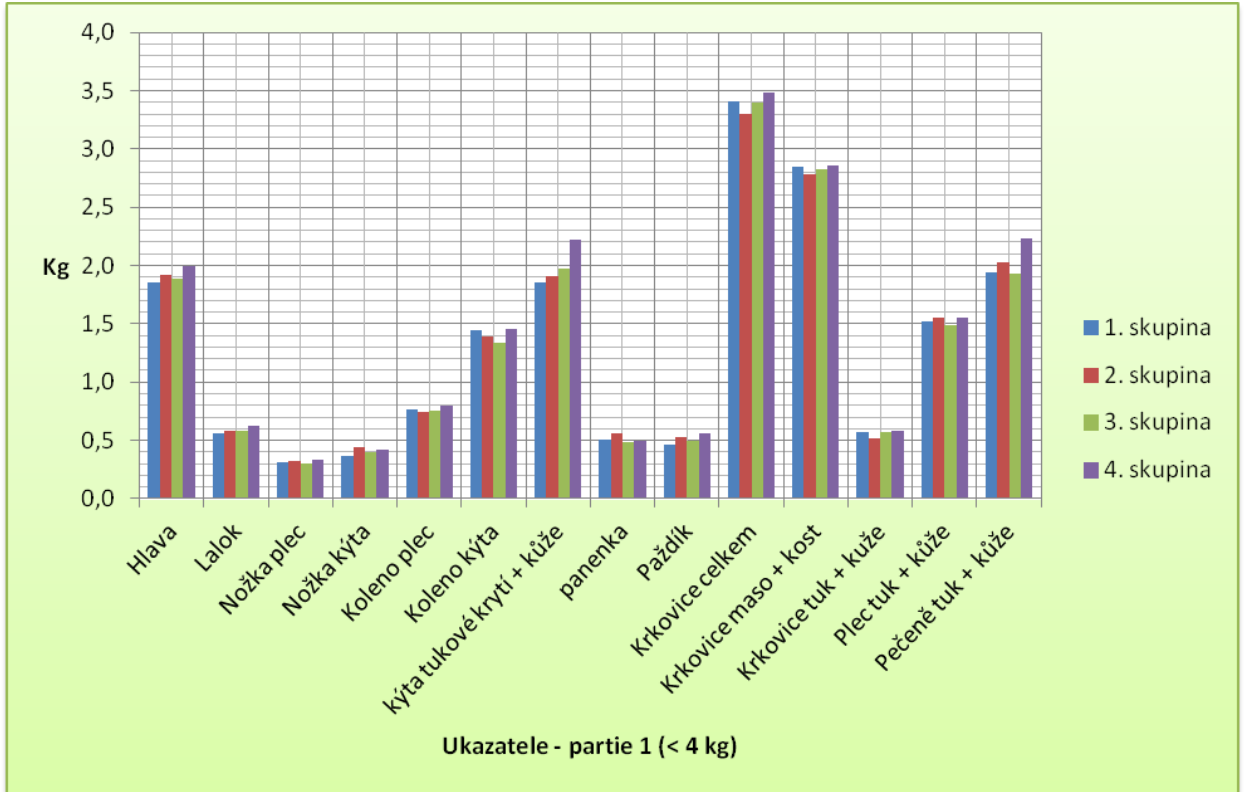
Hypotéza č. 2: *Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zlepšuje kvantitativní ukazatele jatečné hodnoty*, nebyla potvrzena.

Tabulka č. 12 – Běžný jatečný rozbor

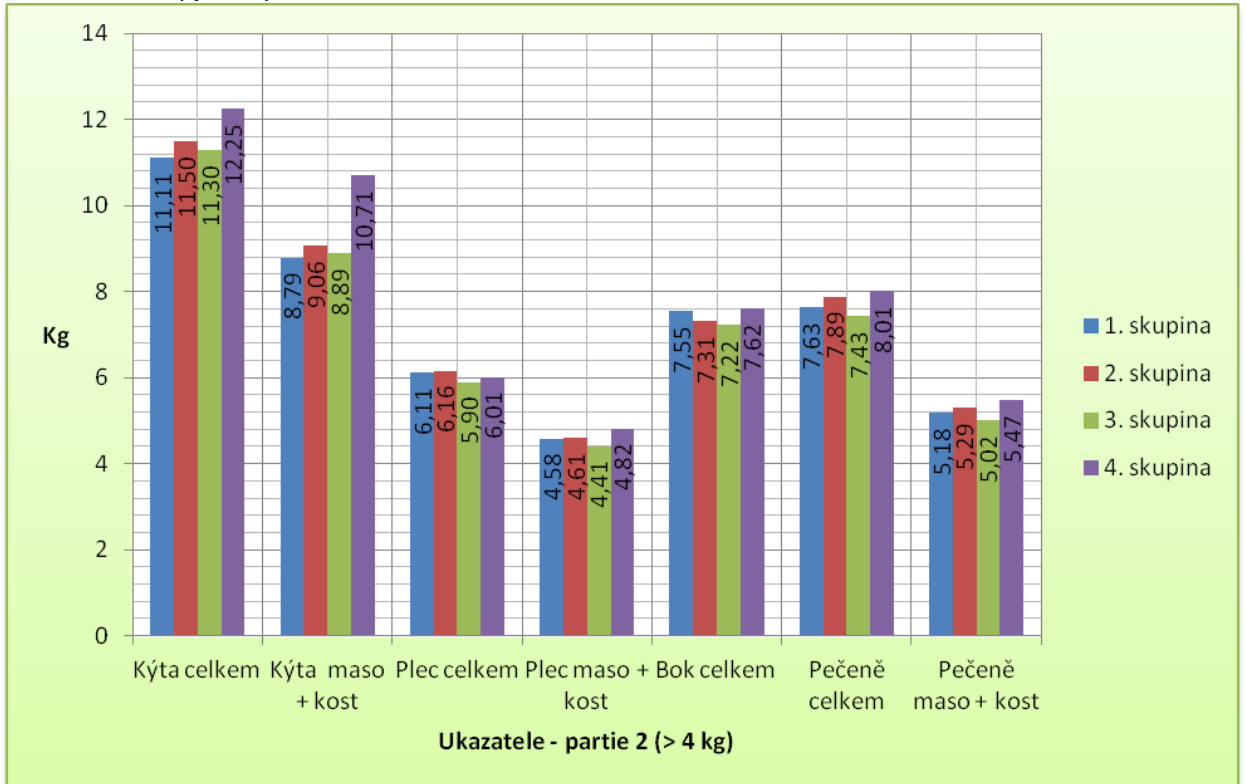
Ukazatele - partie	Jednotky	Selen 1. sk (+ +)		Selen 2. sk (+ -)		Selen 3. sk (- +)		Selen 4. sk (- -)		Významnost *				
		\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x					
Hlava	kg	9	1,85	0,27	8	1,92	0,14	9	1,88	0,10	43	1,99	0,28	ns
Lalok	kg	9	0,56	0,18	8	0,59	0,15	9	0,58	0,12	43	0,63	0,23	ns
Nožka plec	kg	9	0,31	0,03	8	0,32	0,04	9	0,30	0,03	43	0,33	0,04	ns
Nožka kýta	kg	9	0,36	0,07	8	0,44	0,09	9	0,40	0,06	43	0,42	0,10	ns
Koleno plec	kg	9	0,77	0,07	8	0,75	0,08	9	0,75	0,07	43	0,79	0,10	ns
Koleno kýta	kg	9	1,45	0,08	8	1,39	0,16	9	1,34	0,10	43	1,45	0,14	3.-4., 0,026
Kýta celkem	kg	9	11,11	0,97	8	11,50	1,64	9	11,30	1,08	14	12,25	1,40	1.-4., 0,05
kýta maso + kost	kg	9	8,79	0,91	8	9,06	1,07	9	8,89	0,93	43	10,71	1,75	1.-4., 0,001; 2.-4., 0,006; 3.-4., 0,002
kýta tukové krytí + kůže	kg	9	1,86	0,49	8	1,91	0,59	9	1,97	0,30	14	2,23	0,55	ns
Podíl kýty (maso+kost) z JUT	%	9	21,42	2,04	8	21,87	1,53	9	21,91	1,44	43	25,36	3,10	1.-4., 0,001; 2.-4., 0,001; 3.-4., 0,001
Bok celkem	kg	9	7,55	1,30	8	7,31	1,25	9	7,22	0,58	43	7,62	1,25	ns
panenka	kg	9	0,51	0,11	8	0,57	0,08	9	0,48	0,10	14	0,49	0,08	ns
Paždík	kg	9	0,46	0,09	8	0,53	0,11	8	0,49	0,09	14	0,57	0,13	1.-4., 0,03
Krkovice celkem	kg	9	3,41	0,32	8	3,30	0,52	9	3,39	0,27	43	3,48	0,45	ns
Krkovice maso + kost	kg	9	2,84	0,26	8	2,78	0,44	9	2,83	0,22	14	2,86	0,32	ns
Krkovice tuk + kůže	kg	9	0,57	0,18	8	0,52	0,11	9	0,57	0,13	14	0,58	0,20	ns
Podíl krkovice (maso + kost) z JUT	%	9	6,93	0,59	8	6,71	0,80	9	6,99	0,36	14	6,50	0,50	3.-4., 0,05
Plec celkem	kg	9	6,11	0,47	8	6,16	0,69	9	5,90	0,62	43	6,01	0,78	ns
Plec maso + kost	kg	9	4,58	0,41	8	4,61	0,39	9	4,41	0,51	14	4,82	0,45	3.-4., 0,04
Plec tuk + kůže	kg	9	1,52	0,26	8	1,55	0,35	9	1,49	0,26	14	1,56	0,28	ns
Podíl plece (maso + kost) z JUT	%	9	11,17	0,88	8	11,16	0,66	9	10,86	0,63	14	10,98	0,70	ns
Pečeně celkem	kg	9	7,63	0,78	8	7,89	1,23	9	7,43	0,72	43	8,01	1,31	ns
Pečeně maso + kost	kg	9	5,18	0,61	8	5,29	0,71	9	5,02	0,51	14	5,47	0,56	ns
Pečeně tuk + kůže	kg	9	1,94	0,49	8	2,03	0,68	9	1,93	0,35	14	2,23	0,55	ns
Podíl pečeně (maso + kost) z JUT	%	9	12,64	1,38	8	12,76	1,06	9	12,37	0,77	14	12,46	0,87	ns
Hmotnost pravé půlky za studena	kg	9	41,10	3,17	8	41,55	5,22	9	40,50	2,89	43	42,35	5,50	ns

* NS: statisticky nevýznamné rozdíly;

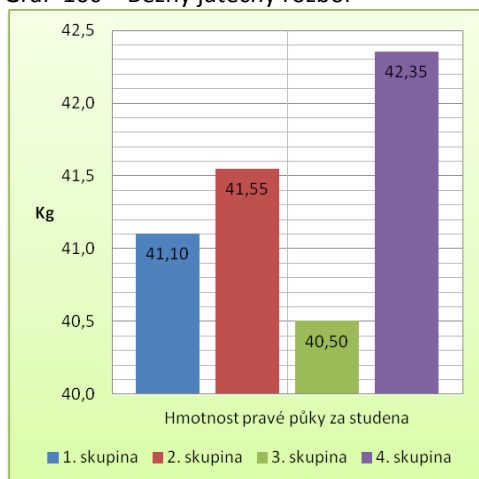
Graf 10a - Běžný jatečný rozbor



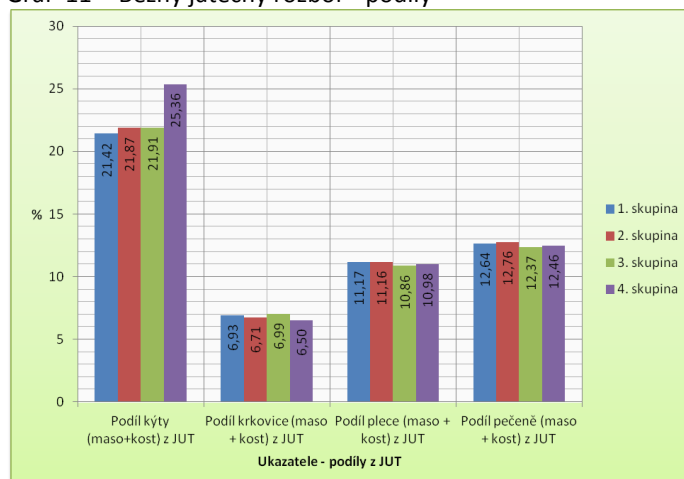
Graf 10b - Běžný jatečný rozbor



Graf 10c - Běžný jatečný rozbor



Graf 11 - Běžný jatečný rozbor - podíly



Tabulka č. 13 hodnotí kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty. Téměř polovina měřených ukazatelů prokázala statisticky významné rozdíly v dosažených výsledcích.

Ty byly zjištěny například v barvě masa. Nižší významnost ($P = 0,03$) mezi 1. a 4. skupinou a vysoká významnost ($P = 0,003$) mezi 2. a 4. skupinou u ukazatele barva L (světlost). Maso zvířat krmených s přidavkem selenu v 1. polovině výkrmu mělo světlejší barvu, než u zvířat krmených po celou dobu bez přidavku selenu. Také u ukazatele barva b* (žlutost) byl zjištěn staticky významný rozdíl ($P = 0,04$) mezi 2. a 4. skupinou. Ke stejným závěrům došli ve svých výzkumech MAHAN (1996) a ŠIMEK et al. (2002), kteří tvrdí, že antioxidační účinky selenu se na kvalitě vepřového masa projeví omezením oxidace lipidů a tudíž i lepší barevnou stabilitou hemových barviv.

Ztráta masové šťávy odkapem se považuje za nejprůkaznější kvalitativní ukazatel masa zvířat suplementovaných selenem. Ve svých pracích to zmiňuje řada autorů COMBS (1981), MAHAN (1996), MUÑOZ et al. (1997), VERNEROVÁ et al. (2007), ŠIMEK et al. (2002), SVOBODA (2004), D'SOUZA et al. (2001). Z našich dosažených výsledků to však není prokazatelné. Staticky významný rozdíl ($P = 0,03$) byl zjištěn mezi 2. a 3. skupinou. Přičemž jednoznačně nejprůkaznějších výsledků, pouze 2,82 %, dosáhla 3. skupina. Naproti tomu 2. skupina s hodnotou 5,23 % dopadla nejhůře ze všech testovaných zvířat. Při pohledu na graf 12 nelze obecně tvrdit, že suplementace selenem má prokazatelný vliv na snížení hmotnostních ztrát odkapem. Významný vliv na vaznost masa prokázal přidavek selenu pouze ve 2. polovině výkrmu.

Podobných, ale statisticky nevýznamných rozdílů jsme dosáhli i při měření elektrické vodivosti, graf 13. Nejlepších výsledků dosahovala u kýty 2. skupina, u pečeně 3. skupina. Naopak nejhorších výsledků bylo dosaženo u 1. skupiny. Vzhledem k nevýznamným statistickým rozdílům nelze tvrdit, že přidavek selenu měl na hodnoty elektrické vodivosti vliv.

Stejně tomu bylo i u měření hodnoty pH 45 min. p. m, graf 14, kde u kýtý nejlepších výsledků dosahovala 2. skupina, u pečeně 3. skupina a nejhorších výsledků 1. skupina. Vysoce statisticky významný rozdíl byl u pečeně mezi 1. a 3. skupinou ($P = 0,001$) a 1. a 4. skupinou ($P = 0,007$), kdy maso 1. skupiny, krmené po celou dobu přídatkem selenu, dosahovalo naměřenými hodnotami $pH = 5,95$. S našimi výsledky se rozcházejí MIHAILOVIC et al. (1984) a SCHNEIDEROVÁ (2005), kteří tvrdí, že nedostatek vitamínu E a selenu zvyšuje výskyt PSE masa. Naopak VERNEROVÁ et al. (2007) došla k závěru, že hodnota pH masa není ovlivněna přídatkem selenu.

Posledním sledovaným ukazatelem byla textura masa, přesněji síla nutná k přestřížení svalového vlákna WB nožem, graf 15. Nejpříznivějších výsledků dosahovala 1. skupina, nejhorších 3. skupina. Rozdíly však nebyly statisticky významné. Měření probíhalo v mase za syrova, lze se tedy domnívat, že po uvaření masa by výsledky a křehkost masa mohly být odlišné. K výsledkům, že maso zvířat suplementovaných selenem je jemnější, křehčí, šťavnatější, má lepší vzhled a je lépe skladovatelné, dospěli ve svých pokusech D'SOUZA et al. (2001) a VERNEROVÁ et al. (2007) a totéž tvrdí i výrobce přídatku Sel-plex firma ALLTECH (2008). Naopak vliv selenu na kvalitu masa ve svém pokusu nepotvrdil SVOBODA et al. (2011).

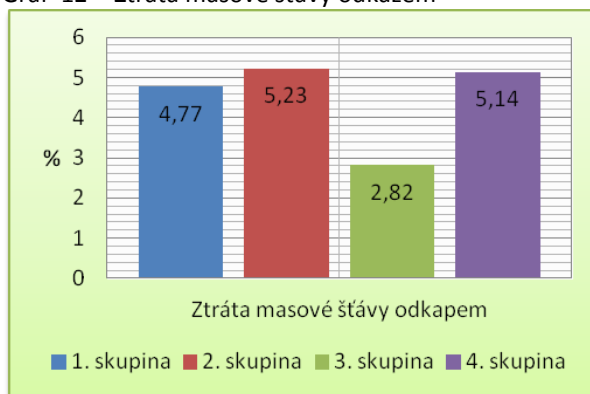
Hypotéza č. 3: *Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zlepšuje kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty*, byla potvrzena částečně a napříč všemi ukazateli dosahovala nejlepších výsledků 3. skupina, naopak nejhůře 1. a 4. skupina. Z uvedeného lze doporučit podávat selen pouze ve druhé polovině výkrmu.

Tabulka č. 13 - Kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty

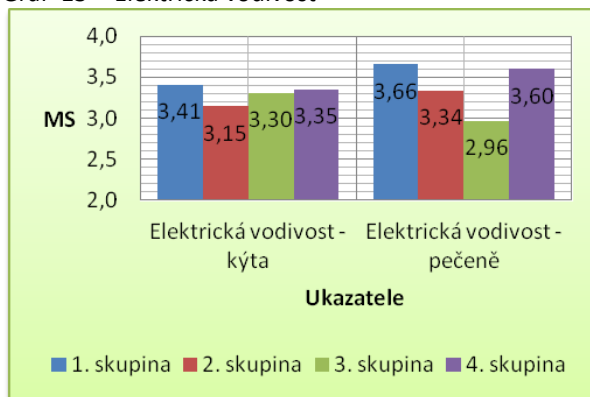
Ukazatele	Jednotky	Selen 1. sk (++)		n	Selen 2. sk (+)		n	Selen 3. sk (-+)		n	Selen 4. sk (-)		Významnost *
		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x		\bar{x}	s_x	
Barva L - světlost	-	51,24	1,70	9	52,83	4,18	8	50,80	2,90	43	47,66	4,91	1.-4., 0,03; 2.-4., 0,003
Barva a* - červenost	-	-0,90	0,67	9	-0,90	1,44	8	-0,93	0,46	43	-1,08	0,90	ns
Barva b* - žlutost	-	8,24	1,02	9	8,89	2,13	8	8,24	0,85	43	7,62	1,67	2.-4., 0,04
Ztráta masové šťávy odkapem	%	4,77	1,87	9	5,23	2,54	8	2,82	0,94	14	5,14	2,69	2.-3., 0,03
Elektrická vodivost - kýta	MS	3,41	0,66	9	3,15	0,33	8	3,30	0,58	43	3,35	0,69	ns
Elektrická vodivost - pečeně	MS	3,66	1,29	9	3,34	0,32	8	2,96	0,44	43	3,60	0,99	ns
Hodnota pH v kýtě	-	6,37	0,27	9	6,60	0,20	8	6,52	0,23	43	6,48	0,27	ns
Hodnota pH v pečení	-	5,95	0,43	9	6,19	0,34	8	6,47	0,23	43	6,28	0,31	1.-3., 0,001; 1.-4., 0,007
Textura - síla stříhu WB nožem	N	33,88	10,13	9	37,64	13,65	8	42,83	9,14	13	38,14	13,23	ns

* NS: statisticky nevýznamné rodily;

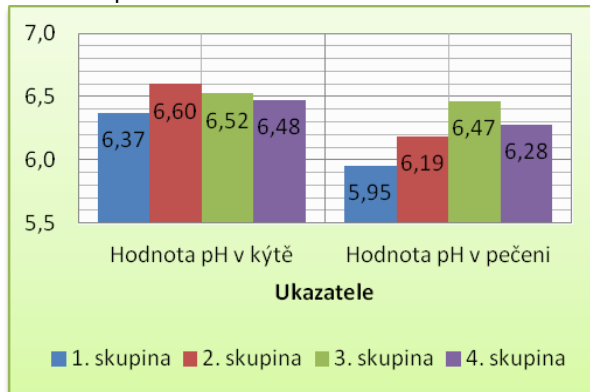
Graf 12 - Ztráta masové šťávy odkapem



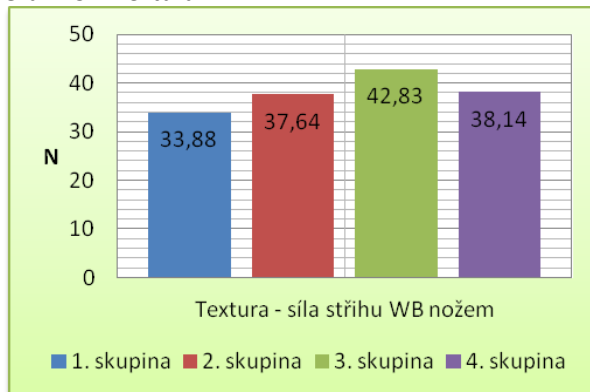
Graf 13 - Elektrická vodivost



Graf 14 - pH



Graf 15 - Textura



Poslední tabulka č. 14 a graf 16 znázorňují hodnoty obsahu selenu ve svalovině. Naměřené hodnoty byly vysoce staticky významné ($P < 0,001 - 0,002$) mezi všemi skupinami, které v průběhu výkrmu selen dostávaly (1., 2. a 3. skupina) a kontrolní 4. skupinou. Ke stejným výsledkům se přiklání KADRABOVÁ a MAĎARIČ (1997), ŠIMEK a ZEMANOVÁ (2003), BOBCEK (2005), FAJT et al. (2009) a JANG et al. (2010), a kteří tvrdí, že podstatný podíl krmivem přijatého selenu se zachytí v tkáních zvířat. Nelze prokazatelně tvrdit, že zvířata krmená směsí obohacenou selenem po celou dobu výkrmu, by prokazovala vyšší obsah selenu v mase, než zvířata krmená touto směsí pouze jednu polovinu výkrmu (0,40 – 0,49 mg/kg). Z ekonomického hlediska lze jednoznačně doporučit suplementovat zvířatům selen pouze v 1. a nebo 2. polovině výkrmu při prakticky shodných výsledcích.

Otázkou selenem obohaceného masa jako funkční potraviny pro lidstvo se již zabývali ILLEK et al. (1998), ACDA (2002), u kuřat ŠEVČÍKOVÁ et al. (2007).

Jakýkoliv přírůstek selenu zvyšuje obsah tohoto prvku v mase.

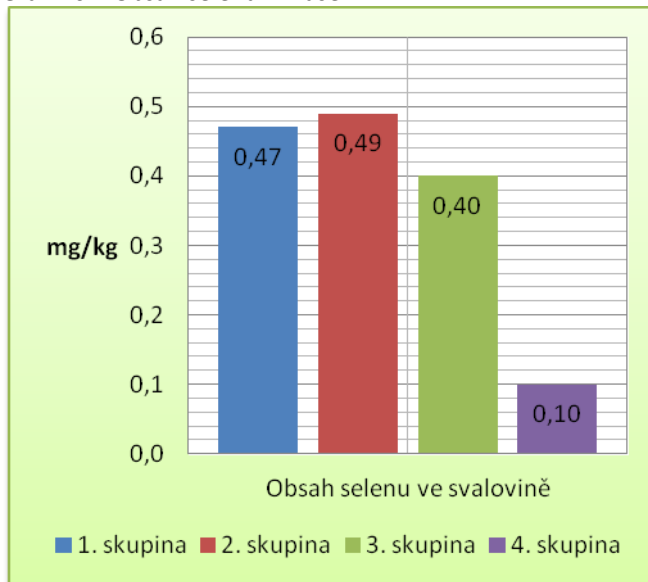
Hypotéza č. 4: *Přídavek organického selenu do krmných směsí výkrmových prasat zvyšuje množství selenu ve svalovině*, byla jednoznačně potvrzena a to u všech skupin, kterým byl selen v průběhu výkrmu podáván.

Hypotéza č. 5: *Různá délka podávání organického selenu v krmných směsí výkrmových prasat ovlivňuje ukládání do svaloviny*, není jednoznačná. Vzhledem k velmi podobným hodnotám napříč 1., 2. a 3. skupinou lze usuzovat, že není nutné suplementovat prasata selenem po celou dobu výkrmu, ale pouze v 1. nebo 2. polovině výkrmu.

Tabulka č. 14 - **Obsah selenu ve svalovině**

Skupina	Jednotky	n	\bar{x}	s_x	Významnost *
Selen 1. sk (++)	mg/kg	4	0,47	0,07	1.-4., < 0,0001; 2.-4., < 0,0001; 3.-4., 0,0002
Selen 2. sk (+-)	mg/kg	4	0,49	0,12	
Selen 3. sk (-+)	mg/kg	4	0,40	0,07	
Selen 4. sk (--)	mg/kg	4	0,10	0,03	

Graf 16 - Obsah selenu v mase



6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo ověření vlivu přídatku organického selenu v KKS v různém období výkrmu prasat na vybrané parametry výkrmnosti, kvantitativní a kvalitativní stránky jatečné hodnoty a zastoupení selenu ve svalovině.

Většina naměřených hodnot byla statisticky nevýznamná nebo vzhledem k souvislostem neprokazatelná.

Z provedených rozborů je zřejmé, že obohacení krmiva prasat selenem mělo příznivý vliv na:

- barvu masa,
- vaznost masa,
- obsah selenu ve svalovině.

Lze pozorovat zřejmý vliv selenu na kvalitativní ukazatele jatečné hodnoty, přičemž na kvantitativní parametry jatečné hodnoty nemělo podávání selenu prakticky žádný vliv.

Selen přispívá k lepší sensorické kvalitě masa, které je v důsledku nižších hmotnostních ztrát odkapem šťavnatější a křehčí, než maso kontrolních jedinců.

Významné jsou naměřené hodnoty obsahu selenu ve svalovině, které byly prokazatelné u všech skupin krměných selenem v různém období výkrmu. Přídavek selenových kvasnic do krmiva prasat výkrm neprodražuje, je tedy možno přidávání organického selenu do krmných směsí doporučit. Z výsledků vyplývá, že k finálním hodnotám obsahu selenu v mase stačí přídavek selenu podávat pouze po jednu polovinu doby výkrmu.

Z nutričního hlediska je maso zvířat se zvýšeným obsahem selenu ve svalovině možné označit za tzv. funkční potravinu. Vepřové maso se může stát kvalitním zdrojem nedostatkového prvku pro konzumenta.

Z ekonomického úhlu pohledu lze doporučit zařazení přídatku selenu pouze ve 2. polovině výkrmu, kdy ukazatele barva masa, vaznost masa a obsah selenu ve svalovině dosahovaly nejlepších hodnot.

7. Seznam použitých zkratk

BO	bílé otcovské (plemeno)
CZV	cena zemědělských výrobců ČR
ČBU	české bílé ušlechtilé (plemeno)
ČL	česká landrace (plemeno)
ČSÚ	Český statistický úřad
ČZU	Česká zemědělská univerzita
DFD	dark – firm – dry, tmavé – tuhé – suché maso, vada
EU	Evropská Unie
FOM	přístroj na měření vybraných parametrů jatečné hodnoty
GLM	general linear model procedura
GSH-Px (GPx)	glutathionperoxidáza
IgG	imunoglobulin G
IgM	imunoglobulin IgM
IMT	intramuskulární tuk
JUT	jatečně upravený trup
KKS	kompletní krmná směs
LDL	low density lipoprotein, lipoproteiny o vysoké hustotě
L-Se-met	L-selenomethionin
MEp	metabolizovatelná energie
MK	mastné kyseliny
MLLT	nejdelší zádový sval (musculus longissimus lumborum et thoracis)
MS	sval poloblantý (musculus semimembranosus)
Mze	Ministerstvo zemědělství
NADPH	nikotinamid adenin dinukleotid fosfát
p.m.	post mortem
PFN	pale – firm – nonexudative, bledé – tuhé – nevodnaté, vada
PN	pietrain (plemeno)
PSE	pale – soft – exudative, bledé – měkké – vodnaté maso, vada
RSE	reddish – soft – exudative, červené – měkké – vodnaté, vada
Se	selen
Tc	kritická teplota
TSH	tyreotropní hormon

T3	tryjodtyronin
T4	tyroxin
ÚZEI	Ústav zemědělské ekonomiky a informací
WB	Warner a Bratzler

8. Seznam použité literatury

- ACDA, S. P., CHAE, B. J. (2002): A review on the application of organic trace minerals in pig nutrition, *Pakistan Journal of Nutrition*, 1 (1), 25-30. ISSN 1680-5194.
- ABDULAH, R. (2005): Chemical forms of selenium for cancer prevention. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19, 141-150.
- ALLTECH (2008) [online], Alltechnology CZ s.r.o., Praha 9 – Horní Počernice, 15 s, Dostupné z <<http://www.alltech.com>>.
- ANON. (2003) [online], Selen. Červen 2003 [cit. 2009-12-28]. Dostupné z <<http://www.onkologickecentrum.cz/laboratore/vysetreni-mesice/2003/duben-selen.aspx>> .
- ARNOŠTOVÁ, K., ORSÁK, M., JELENÍKOVÁ, J.(2000): [online] Kvalita vepřového masa u čistokrevných prasat. Dostupné z <http://www.zf.jcu.cz/veda_a_vyzkum/svoc_a_asp/svoc/2000/sbdsp/asekzoo/Arnostova.rtf>.
- ARTEEL, G. E. (2001): The biochemistry of selenium and the glutathione system, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 10, 153-158.
- ARTEEL, G. E., BRIBIVA, K., SIES, H. (1999): Protection against peroxynitrite, *FEB S Lett*, 445 (2-3), 226-230.
- BARCELOUX, D. G. (1999): Selenium. *Clinical toxicology*, 37 (2), 145-172.
- BATES, C. J. (2005): Selenium. In CABALLERO, B. *Encyclopedia of human nutrition*. Cambridge: Elsevier Ltd., 2. vyd., 118-125., ISBN 0-12-150110-8.
- BAZALA, E. (2000) [online], Vliv jednotlivých faktorů na podíl libové svaloviny u prasat, 4 s, Dostupné z <<http://www.genoservis.cz/cz/poradenstvi/clanky/slechtenti-prasat/215-vliv-jednotlivych-faktoru-na-podil-libove-svaloviny-u-prasat>>.
- BECKETT, G. J., ARTHUR, J. R. (2005): Selenium and endocrine systems. *Journal of endocrinology*, 184, 455-466.
- BENNETT, B. G. (1983): Exposure of man to environmental selenium. An exposure commitment assessment. *Sci. Total Environ.*, 31, 117-217. In: *Biological aspect of selenium in farm animals*. *Asian-Austr. Journal Animal Science* 16 (3), 435-444.
- BOBCEK, B. (2005): Effect of organic selenium feed supplement on production parameters and carcass pig meat quality. *Polnohospodarstvo*, 51 (1), 22-29. ISSN 0551-3677.
- BOBCEK, B. (2010): Pork and beef meat enriched with organic selenium and its effect on nutritional and technological indices in relation to the selenium status of people. *The Scientific journal for phytotechnics and zootechnics*, 13 (special), 16-19. ISSN 1335-258X.

- BOU, R., GUARDIOLA, F., TRES, A., BARROETA, A. C., CODONY, R. (2004): Effect of dietary fish oil, α -tocopheryl acetate, and zinc supplementation on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poult. Sci.*, 83, 282-292.
- BRADE, W., DOLUSCHITZ, R., FLACHOWSKI, G., SPOHR, M. (2003): Rinderzucht und Milcherzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Landwirtschaftskammer Hannover, 186 s.
- BURK, R. F., HILL, K. E., MOTLEY, A. K. (2003), Selenoprotein Metabolism and Function: Evidence for More than One Function for Selenoprotein P, *J. Nutr.*, 133, 1517-1520.
- CLAUSEN, H. (1955): Züchterische Massnahme zur Verbesserung von Mastleistung und Schlachtqualität beim Schwein. Vortrag an der Universität in Göttingen. København.
- CLOSE, W. H. (2001): Trace mineral nutrition in pigs: working within the new recommendations. *Science and Technology in the Feed Industry, Proceeding of Alltech's 17th Annual Symposium*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 401-406.
- CLOSE, W. H. (2003): Organic selenium may improve sow, piglet performance. *Feedstuffs*, 75 (8), 10 a 15.
- COMBS, G., F. (1976): Nutrition and Management Aspects of Nonruminant Animals Related to Reduction of Fat Content in Meat. In.: *Fat Content and Composition of Animal Products*. National Academy of Sciences, Washington, D. C., s. 116-142.
- COMBS, G. F., Jr. (1981): Influences of dietary vitamin E and selenium on the oxidant defense system of the chick, *Poultry Science*, 60, 2098-2105. ISSN 0032-5791.
- CROSBY, T. F., BOLAND, T. M., BROPHY, P. O., QUINN, P. J., CALLAN, J. J., JOYCE, D. (2004): The effects of offering mineral blocks to ewes pre-mating and in last pregnancy on block intake, pregnant ewe performance and immunoglobulin status of the progeny. *Animal Science*, 79 (3), 493 – 504.
- ČEŘOVSKÝ, J. (1992): *Prasata v drobném chovu a na farmách*. APROS, Praha. 256 s. ISBN 80-901100-2-9.
- D'SOUZA, D. N., WARNER, R. D., LEURY, B. J., DUNSHERA, F. R. (2001): Dietary nutrient supplement improve meat quality. *Science and Technology in the Feed Industry, Proceeding of Alltech's 17th Annual Symposium*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 305-317.
- DASTYCH, M. (2004): Slene – esenciální stopový prvek. *Labor Aktuell*, 3, 29-31.
- DENIZ, G., GEZEN, S. S., TURKMEN, I. I. (2005): Effects of two supplemental dietary selenium sources (mineral and organic) on broiler performance and driploss, *Rev. Med. Vet.* 156, 423 – 426.
- DRÁPAL, D. (2008) [online], Vliv výživy na jatečné zařídění prasat, 6 s, Dostupné z <<http://http://ksz.af.czu.cz/akce/p01/mikrop.htm>>.

- DUDA, M. (2004): Stopové prvky a jejich chelátové vazby, *Náš chov*, č. 44, s. P4.
- FAJT, Z., DRÁBEK, J., STEINHAUSER, L., SVOBODA, M. (2009): The significance of pork as a source of dietary selenium - an evaluation of the situation in the Czech Republic. *Neuroendocrinology letters*, 30 (1), 17-21.
- FAO/WHO (1996) [online], Trace elements in human nutrition and health, s. 160. Dostupné z <http://whqlibdoc.who.int/publications/1996/9241561734_eng.pdf>
- FAO/WHO (2001) [online], Human Vitamin and Mineral Requirements. Dostupné z <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2809e/y2809e00.pdf>>
- FERENČÍK, M., EBRINGER, L. (2002): Vplyv selénu a zinku na imunitný systém, *Klinická imunológia a alergológia*, 2, zväz. 2, 9-16.
- FERNANDES, J. I. M., MURAKAMI, A. E., SAKAMOTO, M. I., SOUZA, L. M. G., MALAGUIDO, A., MARTINS, E. N. (2008): Effects of organic and mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers, *Braz. J. Poult. Sci.* 10, 59 – 65.
- FREMAUT, D. (2003): Trace mineral proteinates in modern pig production: reducing mineral excretion without sacrificing performance. *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceeding of Alltech's 19th Annual Symposium*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 171-178.
- HARTIKAINEN, H. (2005): Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28, 309-318.
- HÄRTLOVÁ, H., FUČÍKOVÁ, A., SEDMÍKOVÁ, M., CHMELÍKOVÁ, E., KREJČÍ, M., ČTRNÁCTÁ A., ŠKOPEK, J., MATĚCHOVÁ, L., VACKOVÁ K. (2009): *Fyziologie a hygiena výživy a alimentární onemocnění hospodářských zvířat*. ČZU, Praha, s. 214, ISBN 978-80-213-1885-4.
- HAWKES, W. Ch., ALKAN, F. Z., OEHLER, L. (2003): Absorption, Distribution and Excretion selenium from Beef and Rice in Healthy North American Men. *The Journal of Nutrition*, 133, 3434-3442.
- HENMAN, D. (2001): Organic mineral supplements in pig nutrition: performance and meat quality, reproduction and environmental responses. *Science and Technology in the Feed Industry, Proceeding of Alltech's 17th Annual Symposium*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 297-304.
- HESS, J. B., DOWNS, K. M., BILGILI, S. E. (2003): Selenium nutrition and poultry meat quality. *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of the 19th Annual Symposium*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 107-112.
- HOVORKA, F. (1983): *Biologické aspekty užitkovosti prasat*. Praha: VŠZ.

- HOVORKA, F., SIDOR, V., SMÍŠEK, V. (1987): Chov prasat. Státní zemědělské nakladatelství, Ostrava, 360 s.
- HOVORKA, F., ŠPRYSL, M., BLAŽEK, S., SCHALLER, K., VOVES, J., KROC, M. (1989): Faktory ovlivňující výkrmnost, jatečnou hodnotu a kvalitu masa u prasat. VŠZ Praha.
- ILLEK, J., PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., ŠINDELÁŘ, M., BERKA, J. (1998): Zkušenosti s používání organického selenu a chrómu u skotu. European, Middle Eastern and African Lecture Tour, 53-55.
- ILLEK, J. (2002): Mikroelementy ve výživě skotu. Správnou výživou k plnohodnotnému sexu u skotu. Sborník přednášek, Brno, 37-46.
- JANG, Y. D., CHOI, H. B., DUROSOY, S., SCHLEGEL, P., CHOI, B. R., KIM, Y. Y. (2010): Comparison of Bioavailability of Organic Selenium Sources in Finishing Pigs. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 23 (7), 931 – 936.
- KADRABOVÁ, J., MAĎARIČ, A. (1997): Úloha selenu vo výživě, Výživa s Zdravím, 3 (42), 50-52.
- KADRABOVÁ, J., MAĎARIČ, A., WINTER, E. (1998): Determination of Daily Selenium Intake in Slovakia. Biological Trace Element Research, 61, 277-286.
- KAVALÍROVÁ, D. (2010): Efekt přídatku organického selenu u hybridních prasat na vybrané ukazatele výkrmnosti a jatečné hodnoty. Praha, 52 s. Bakalářská práce na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze. Vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Roman Stupka, Csc.
- KODEŠ, A., HUČKO, B. (2001): Vliv výživy na kvalitu jatečného těla, masa a sádla u prasat. Celostátní konference „Aktuální problémy chovu prasat“. Praha, 65-68.
- KODEŠ, A., HUČKO, B. (2008) [online], Vliv výživy na kvalitu jatečného těla, masa a sádla prasat, 4 s, Dostupné z <<http://ksz.af.czu.cz/akce/p01/kodes.htm>>.
- KODEŠ, A., MUDŘÍK, Z., HUČKO, B., KACEROVSKÁ, L. (2001): Základy moderní výživy prasat. ČZU, Praha, 116 s.
- KVÍČALA, J. (2003): Selen a regulace organismu hormonu štítné žlázy. Endokrinologie, 11, 19-22.
- MacFARLANE, J. M., LEWIS, R.M., EMMANS, G. C. (2004): Growth and carcass composition of lambs of two breeds and their cross grazing ryegrass and clover swards. Animal Science, 79 (3), 387 – 395.
- MÁCOVÁ, D. (2003): Selen ve výživě člověka a jeho obsah v luštěninách. Diplomová práce, Masarykova univerzita v Brně, Brno, 106 s.

- MAĎARIČ, A., KADRABOVÁ, J., GINTER, E. (1994): Selenium concentration in plasma and erythrocytes in a healthy Slovak Population, *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.*, 8, 43-47.
- MAHAN, D. C. (1996): How organic selenium may help reduce drip loss, *Misset World Poultry*, 12, 19-21. ISSN 0926-924X.
- MAJZLÍK, I. (2006): *Chov zvířat I.* ČZU, Praha, 239 s. ISBN 80-213-1253-X
- MATEO, R. D., SPALLHOLZ, J. E., ELDER, R., YOON, I., KIM, S.W. (2007): Efficacy of dietary selenium sources on growth and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed diets containing high endogenous selenium. *J. Anim. Sci.* 85, 1177-1183.
- MATOUŠEK, J., KERNEROVÁ, N., VÁCLAVOVSKÝ, J., VEJČÍK, A. (1997): Analýza kvality masa u hybridní populace prasat. *Živočišná výroba*, 42 (11), 511-513.
- MC MEEKAN, C. P. (1940): Growth and development in the pig with special references to carcass quality characters I, *J. Agric. Sci.*, 30, s. 276.
- MIHAJLOVIC, M., RADETIC, P., VUKOVIC, I. (1984): The influence of selenium deficiency on the incidence of PSE-muscle in pigs. *Acta Veterinarie*, 34, 279-286. ISSN 0001-7213.
- MOMANI SHAKER, M. (1995): *Introdukce francouzské masné plemeno Charollais.* Praha, s. 83 s. Doktorská disertační práce na Institutu tropického a subtropického zemědělství České zemědělské univerzity v Praze. Vedoucí doktorské disertační práce Doc. Ing. Ivan Šáda, Csc.
- MUÑOZ, A., GARINDO, M. D., GRANADOS, M. V. (1997): Effect of selenium yeast and vitamins C and E on pork exudation (cited by T. P. Lyons in: *Biotechnology in the Feed Industry*, 14th Annual Symposium, s. 1).
- MURRAY, K et al., (1998): *Harprova Biochemie*, 2. české vydání, Jinočany, Nakladatelství H&H, s. 872. ISBN 80-85787-38-5.
- NIU, Z., LIU, F., YAN, Q., LI, L. (2009): Effects of different levels of selenium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Arch. Anim. Nutr.* 63, 56 – 65.
- O'GRADY, M. N., MONAHAN, F. J., FALLON, R. J., ALLEN, P. (2001): Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. *J. Anim. Sci.* 79, 2827 – 2834.
- PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J., KOHOUT, P. (2002): *Základy výživy*, 1 ed. Svoboda Servis, Praha. 208 s. ISBN 80-86320-23-5.
- PAPÁČEK, M., MATĚNOVÁ, V., MATĚNA, J., SOLDÁN, T. (2000): *Zoologie.* Scietia, Praha, 3. upravené vydání, 286 s. ISBN 80-7183-203-0.

- PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., ILLEK, J. (2002): Praktická doporučení pro diagnostiku karence selenu u skotu v České republice. *Veterinářství*, 52, 170-173. ISSN 0506-8231.
- PAYNE, R. L., SOUTHERN, L. L. (2005): Comparison of inorganic and organic selenium for broilers. *Poult. Sci.* 84, 898-902.
- PERIC, L., NOLLET, L., MILOSEVIC, N., ZIKIC, D. (2007): Effect of Bioplex and Sel-Plex substitution inorganic trace mineral sources on performance of broilers. *Arch. Geflügelkd.* 71, 122 – 129.
- PIG INT. (1990): Breeding for betler fat. *Pig Int.* 20, 2, 16.
- PIPEK, P., POUR, M. (1998): Hodnocení jakosti živočišných produktů. ČZU Praha.
- PULKRÁBEK et al. (2005): Chov prasat. Profi Press, Praha, 1. vydání, 160 s.
- PREDIERI, G., BALLARINI, G. (2002): Metalloorganische Chelate in der Tierernährung. *Kraftfutter*, č. 10, 375-385.
- RAYMAN, M. P. (2000), The importance of selenium to human health, *Lancet*, 356, 233 -241.
- ROSENFELD, I. BEATH, A. O. (1964): Selenium. *Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition*. Academic Press New York. 411. In: *Biological aspect of selenium in farm animals*. *Asian-Austr. Journal Animal Science*, 16 (3) 435-444.
- ROSYPAL, S. et al. (1998): *Přehled Biologie.*, Scientia, Praha, 3. upravené vydání, 642 s. ISBN 80-7173-110-7.
- RYU Y. C., RHEE M. S., LEE K. M., KIM B. C. (2005): Effects of different levels of dietary supplementation selenium on performance, lipid oxidation, and colour stability of broiler chicks. *Poult. Sci.* , 84, 809 – 815.
- SCHNEIDEROVÁ, P. (2005): Přírodní produkty ve výživě prasat. *Feedstuffs*, 77 (44), 11-13. ISSN 0014-9624.
- SCHRAUZER, G. N. (2000): Selenomethionine: A Review of its Nutritional Significance, Metabolism an Toxicity. *J. Nutr.*, 130, 1653-1656.
- STUPKA, R., ŠPRYSL, M., ČÍTEK, J. (2009): *Základy chovu prasat*. ČZU Powerprint, Praha, 182 s.
- SUNDE, R. A., BOWMAN, B. A., RUSSEL, R. M. (2001): *Selenium, Present Knowledge in nutrition*. ILSI Press, 9th edition, Washington DC, 352 – 364 s.
- SURAI, P. F. (2000): Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. In: *Biotechnology in the Feed industry*. Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium (Lyons T. P. and Jacques K. A., Eds.). Nottingham University Press, Nottingham, UK, 205-260.
- SURAI, P. F. (2002a): Selenium in poultry nutrition. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity, *World's Poultry Science Journal*, 58 (3), 333-347.

- SURAI, P. F. (2002b): Selenium in poultry nutrition. 2. Reproduction, egg and meat quality and participial application, *World's Poultry Science Journal*, 58 (4), 431-450.
- SURAI, P. F. (2003): Selenium-vitamin E interactions: does 1 + 1 equal more than 2?, *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceeding of Alltech's 19th Anual Symposium*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 59-76.
- SVOBODA, M. (2004): Metabolické poruchy u prasat. *Farmář*, č. 12, 35-36.
- SVOBODA, M., FAJT, Z., BAŇOCH, T., SALÁKOVÁ, A., DRÁBEK, J. (2011): The effects of soybean selenium proteinate on tissue selenium and meat quality trans in finishing pigs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 14 (1), 147-148.
- ŠEVČÍKOVÁ, S., SKŘIVAN, M., KOUCKÝ, M. (2007): Vliv přídatku selenu na jateční hodnocení a kvalitu masa brojlerových kuřat. *Maso*, 18 (2), 14-16. ISSN 1210-4086.
- ŠILER, R., KNÍŽE, B., KNÍŽETOVÁ, H. (1980): Rozpracování obdobných principů růstu u hospodářských zvířat. *Syntetická zpráva*, Praha.
- ŠIMÁNĚ, J., HUBENÝ, M. (2004): Selen – významný prvek ve výživě drůbeže i člověka. *Náš chov*, č. 5, s. 60.
- ŠIMEK L., ZEMANOVÁ, D. (2003): Výživa vysokoprodukčních dojnic, *Zemědělec*, č. 48, 10-11.
- ŠIMEK J., CHLÁDEK, G., KOUTNÍK, V. STEINHAUSER, L. (2002): Selenium content od beef and its effect on drip and fluid losses. *Animal Science Papers and Reports*, 20 (1), 49-53. ISSN 0860-4037.
- ŠPRYSL, M., STUPKA, R. (2005): Chov prasat II [CD-ROM], ČZU, Praha.
- ŠUBRT, J., KRÁČMAR, S, DIVIŠ, V. (2002): The profile of amino acids in intramuscular protein of bulls of milked and beef commercial types, *Czech J. Animal Scienci*, 47 (1), 21 – 29.
- TWIGGE, J., MARTIN, J. (2004): Otimizing premix use in mineral nutrition. *Feed Mix*, 12 (3), 21-25.
- VAŠKOVÁ, P. (2006): Selen v lidské výživě. *Bakalářská práce*, Masarykova univerzita v Brně, Brno, 55 s.
- VELÍŠEK, J. (2002): *Chemie potravin II*. Tábor, Osis, 288 s. ISBN 80-86659-01-1
- VERNEROVÁ J., PIPEK P., SKLENÁŘOVÁ M. (2007): [online], Kvalita vepřového masa obohaceného selenem, 7 s, Dostupné z <<http://www.vepaspol.cz/soubory/s1.pdf>>.
- WILMS, A. J M., MARTINEK, L. (1996): Řízení klimatu ve stájích prasat. *Sborník referátů z celostátní konference. Aktuální problémy v chovu prasat*. Praha, VŠZ, 39-40.

- YOON, I., WERNER, M., BUTLER, M. (2007): Effect of Source and oncentration of Selenium on Growth Performance and Selenium Retention in Broiler Chickens. *Poult. Sci.* 86, 727 – 730.
- ZADÁK, Z. (2002): *Výživa v intenzivní péči*, Praha: Grada Publishing, ISBN 80-247-0320-3.
- ZEMAN, L. (2006): *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Profi Press, Praha, 1. vydání, 360 s. ISBN 80-86726-17-7
- ZHAN, X. A., WANG, M., ZHAO, R. Q., LI, W. F., XU, Z. R. (2007): Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 3 (4), 202-211. ISSN 0377-8401.
- ZHAN., X. A., YANZHAO, Q., WANG, M., LI, X. (2011): Selenomethionine: an Effective Selenium Source for Sow to Improve Se Distribution, Antioxidant Status, and Growth Performance of Pig Offspring. *Biol. Trace. Elem. Res.* 142, 481-491.