Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky

Vliv přídavku řasy *Chlorella* na růst a utváření jatečného těla

Bakalářská práce

Autor práce: **Pavlína Wadenková**

Vedoucí práce: **Ing. Monika Okrouhlá, Ph.D.**

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vliv přídavku řasy *Chlorella* na růst a utváření jatečného těla" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.4.2015 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, za poskytnuté materiály, za ochotu a pomoc při tvorbě této práce.

Souhrn

Z výživového hlediska lze řasu *Chlorella* sp. považovat za alternativní a netradiční zdroj bílkovin a dalších biologicky aktivních látek. V důsledku toho je možné řasy použít jako krmný doplněk pro zvířata a formou doplňkové látky v krmné směsi také jimi nahradit i antibiotika podávána prasatům. Po přídavku řasy do krmné směsi selatům byla pozorována posílená imunitní reakce a biologická dostupnost některých stopových prvků. Konkrétní uplatnění ve výživě u jiných živočišných druhů může být například pro nespecifickou stimulaci imunitního systému, vůči *E. coli* u krys a myší nebo pro intenzivnější žlutou barvu vaječných žloutků drůbeže.

Cílem této bakalářské práce bylo ze získaných literárních pramenů sepsat ucelené informace o problematice vlivu přídavku řasy *Chlorella* na růst a utváření jatečného těla prasat. Z praktické části byl vyhodnocen pokus s prasaty, který byl realizován v pokusné stáji ČZU v Praze (předvýkrm) a testační stanici v Ploskově u Lán (výkrm). Ustájeno bylo 80 ks běhounů finální hybridní kombinace PIC v průměrném věku 66 dnů od narození o celkové průměrné živé hmotnosti 28,60 kilogramů. Podle výživy a pohlaví byla prasata rozdělena do čtyř skupin, a to na kontrolní a pokusnou skupinu. Pokusné skupině byla dávkovaná suspenze řasy *Planktochlorella nurekis* 1904 Kieg v 0,5% koncentraci.

Produkce masa se řadí mezi nejvýznamnější užitkové znaky zvířat. V této bakalářské práci byly sledovány znaky masné užitkovosti, tj. výkrmnost a jatečná hodnota. U jatečně upraveného těla byly detailně pozorovány a zhodnoceny vybrané kvantitativní ukazatele. Ukazatele, průměrný denní přírůstek a konverze krmiva vykazovaly vyšší hodnoty ve prospěch kontrolních skupin. Naopak živá hmotnost byla vyšší u vepříků a prasniček přijímajících suspenzi řasy.

Vyšší hodnoty podílu libového masa byly naměřeny u pokusných skupin vepříků a prasniček. Tento výsledný kvantitativní ukazatel jatečné hodnoty byl mezi pohlavím statisticky průkazný ($P \leq 0{,}001$). Interakce mezi výživou a pohlavím byla statisticky průkazná pouze u podílu kýty, a to na hladině pravděpodobnosti ($P < 0{,}019$). Hypotéza, zdali přídavek řasy *Chlorella* má vliv na růst a utváření jatečného těla prasat nebyla z pokusu jednoznačně potvrzena, ale díky statistické průkaznosti jediného ukazatele také nebyla vyvrácena.

Klíčová slova: *Chlorella*, jatečná hodnota, prase, růst, výživa

Summary

From a nutritional point of view, *Chlorella* algae can be considered as an alternative and innovative source of proteins and other biologically active substances. Consequently, is possible to use it as a feed supplement for animals and also algae are able to replace antibiotics, feeding to pigs, as an additive in the feed mixture. The piglets have been observed with their immune response and bioavailability of some micronutrients, which was enhanced after the addition of algae in a feed mixture. A specific application in nutrition for other animal species may be for non-specific stimulation of the immune system against *E. coli* in rats and mice or for more intense yellow color of egg yolks from poultry.

The aim of this thesis was to compile comprehensive information about the effect of the addition of *Chlorella* algae on the growth and formation of pig carcase obtained from literature sources. The practical part of the experiment has been implemented in the experimental stable of Czech University of Life Sciences in Prague and further in the testing station in Ploskov and was evaluated in the thesis. 80 pieces of final hybrid combination of PIC pigs were stabled at an average age of 66 days after the birth of total average live weight of 28.60 kg. Pigs were divided into four groups to the control group and experimental group according to the nutrition and sex. Algae suspension *Planktochlorella nurekis* Kieg 1904 in 0.5% concentration was dosed for an experimental group.

Meat production is one of the most important traits of animals. In this thesis were monitored muscling traits, i.e. fattening and carcass value. The selected quantitative indicators was observed in detail and evaluated in the carcass. Average daily gain and feed conversion showed higher numbers in favor of control groups. On the contrary, live weight was higher in barrows and gilts, which were receiving a suspension of algae.

Higher lean muscle percentage was measured in experimental groups of barrows and gilts. The final quantitative indicator of carcass value was statistically significant between the sexes ($P \leq 0.001$). Interactions between nutrition and sex were statistically significant only in the percentage of leg, at the level of probability ($P < 0.019$). Whether the addition of *Chlorella* algae has an impact on the growth and formation of a carcase in pigs hypothesis has not been clearly confirmed by the experiment, but also not refuted, because of statistical significance of only indicator.

Keywords: *Chlorella*, carcass value, growth, nutrition, pig

Obsah

1 Úvod **8**

2 Cíl práce a hypotéza **9**

3 Literární přehled **10**

3.1 Systematické zařazení *Chlorella* sp. **10**

3.1.1 Oddělení *Chlorophyta* 10

3.1.2 Třída *Trebouxiophyceae* 11

3.1.3 Řád *Chlorellales* 11

3.1.4 Rod *Chlorella* 11

3.1.5 *Chlorella vulgaris* 11

3.2 Využití řasy **12**

3.3 Užitkové vlastnosti prasat **13**

3.3.1 Výkrmnost 13

3.3.2 Jatečná hodnota 15

3.4 Systém klasifikace JUT prasat v České republice **16**

3.5 Výživná hodnota krmiva **17**

3.6 Živiny krmiva **18**

3.6.1 Dusíkaté látky, aminokyseliny 18

3.6.2 Sacharidy 19

3.6.3 Tuky 19

3.6.4 Minerální látky 19

3.6.4.1 Makroelementy a mikroelementy 20

3.6.5 Voda 21

3.7 Využití řasy *Chlorella* sp. ve výživě **22**

4 Materiál a metodika 24

5 Výsledky a diskuse 26

6 Závěr 33

7 Seznam použité litratury 34

8 Seznam použitých zkratek 48

9 Seznam tabulek a grafů 50

1 Úvod

Řasy jsou prokaryotické a eukaryotické fotosyntetické organismy, jednobuněčné nebo mnohobuněčné struktury, které mohou přežívat i ve velmi náročných podmínkách. Jako příklad mikroorganismů uvádí Li a kol. (2008a; 2008b) prokaryotické sinice (*Cyanophyceae*), eukaryotické zelené řasy (*Chlorophyta*) a rozsivky (*Bacillariophyta*).

Významná nutriční hodnota řas je již dlouho známá. Řasy se používají ve výživě lidí a zvířat, v kosmetice a při výrobě mastných kyselin, či pigmentů (Spolaore a kol., 2006). Jsou považovány za alternativní a netradiční zdroj bílkovin a dalších biologicky aktivních látek. V důsledku toho mohou být použity jako krmný doplněk pro zvířata (Muller-Feuga, 2000).

Nejprodukovanějším masem na světě je maso vepřové. Na celém světě se vyprodukuje přes 100 milionů tun ročně vepřového masa, přičemž toto množství se zvyšuje každým rokem. Vepřové 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 a kol., 2002).

V bakalářské práci byl kladen důraz na seznámení se s problematikou využití řasy typu *Chlorella* sp. v krmné dávce prasat. Praktickou částí byla realizace pokusu, která měla za cíl sledovat využití *Planktochlorella nurekis* 1904 Kieg v krmné dávce na růst a utváření jatečného těla.

2 Cíl práce a hypotéza

Cílem této bakalářské práce je ze získaných literárních pramenů sepsat ucelené informace o problematice vlivu přídavku řasy *Chlorella* na růst a utváření jatečného těla prasat.

Hypotéza:

Přídavek řasy *Chlorella* má vliv na růst a utváření jatečného těla prasat.

3 Literární přehled

3.1 Systematické zařazení *Chlorella* sp.

Řasy se vyvinuly před 3,5 miliardami let, řadí se tak mezi nejstarší organismy na Zemi. Jsou to jednoduché, zpravidla vodní a fotosyntetické organismy, které se pohybují ve velikosti od 0,2 - 2,0 μm v průměru - mikrořasy (fytoplankton), až do 60 metrů délky - makrořasy, které se mohou dělit jednou nebo vícekrát za den. Chemické složení řas se mění v širokém rozsahu a závisí na podmínkách prostředí (Christaki a kol., 2010).

Oddělení *Chlorophyta* využívá rozdělení do osmi tříd: *Prasinophyceae*, *Ulvophyceae*, *Cladophorophyceae*, *Bryopsidophyceae*, *Dasycladophyceae*, *Trentepohliophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorophyceae* (Kalina a Váňa, 2005). Rod *Chlorella* je tedy možné zařadit do čeledi *Chlorellaceae*, řádu *Chlorellales* a třídy *Trebouxiophyceae*.

Tab. 1: Postavení řasy rodu *Chlorella* v systému

Doména	*Eukarya*
Říše	*Plantae*
Podříše	*Viridiplantae*
Vývojová linie	*Chlorophytae*
Oddělení	*Chlorophyta*
Třída	*Trebouxiophyceae*
Řád	*Chlorellales*
Čeleď	*Chlorellaceae*
Rod	*Chlorella*

Zdroj: Kalina a kol., 1994

3.1.1 Oddělení *Chlorophyta*

Oddělení *Chlorophyta* je značně rozčleněno a u jeho zástupců můžeme shledat všechny různé typy stélek, avšak rhizopoidový typ stélky se vyskytuje pouze jako gameta u *Zygnematales* (Kalina a Váňa, 2005). Fotosyntetickými pigmenty jsou především chlorofyl a + b, které jsou uloženy v chloroplastech. Pouze zřídka se setkáváme také s derivátem

chlorofylu c (Kubát a kol., 2003). Další významnou složkou je α- a β-karoten a několik xantofylů, například zeaxantin, lutin, violaxantin, anteraxantin a neoxantin (Kalina, 1994).

3.1.2 Třída *Trebouxiophyceae*

Tato poměrně nově zavedená třída, původně pod názvem *Pleurastrophyceae*, dnes *Trebouxiophyceae* byla vyčleněna především na základě molekulárních znaků a neustálému přírůstku nových rodů. Označení *Pleurastrophyceae* bylo podloženo druhem *Pleurastrum insigne*, ovšem později se ukázalo, že tento druh patří do třídy *Chlorophyceae*. Název *Trebouxiophyceae* navrhl a novou třídu definoval T. Friedl v roce 1995 (Kalina a Váňa, 2005).

3.1.3 Řád *Chlorellales*

Jedná se o jednobuněčné řasy, u nichž můžeme nalézt kulovité nebo elipsoidní buňky (Kalina, 1994). Obsahují miskovitý nebo hrncovitý chloroplast s pyrenoidem. Středem pyrenoidu prochází jeden thylakoid. Buňky řas jsou jednojaderné a rozmnožují se autosporami. U tohoto rodu nenalezneme bičíkatá stádia. Větší část zástupců je vázána na sladkou vodu a na půdu (Kalina a Váňa, 2005).

3.1.4 Rod *Chlorella*

Mezi druhy patřící do této skupiny řadíme například řasy *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorela luteroviridis*, *Chlorella mirabilis*, *Chlorella kessleri*, *Chlorella ellipsoidea* (Kalina a Váňa, 2005).

3.1.5 *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris je jednobuněčná zelená řasa, obsahující vysoké množství bílkovin (50 až 70 % v sušině), lipidy, vitamíny a minerální látky (Phang, 1992). Nutriční hodnota této sladkovodní řasy byla stanovena v druhé polovině 20. století (Lubitz, 1963). Vzhledem k přítomnosti cyklických peptidů, alkaloidů a lipopolysacharidů *in vitro* se Rania a Hala (2008) domnívají, že *C. vulgaris* má vyšší antimikrobiální aktivitu. Z tohoto důvodu, je *Chlorella vulgaris* vysoce ceněna pro potenciální zdroj bílkovin pro hospodářská zvířata. Lze předpokládat, že proces fermentace by mohl pomoci k využití řasy *Chlorella* ve výživě

hospodářských zvířat. Podle Keijiro (2011) fermentovaná *C. vulgaris* výrazně zlepšila stravitelnost bílkovin, ve srovnání s nefermentovanou *C. vulgaris* u potkanů. Kromě toho, nedávné studie také potvrdily, že suplementace fermentované *C. vulgaris* u nosnic zlepšila jejich výkonnost (Zheng a kol., 2012). Han a kol. (2002) uvádějí, že *Chlorella* obsahuje látky, které mohou mít vliv na růst a stravitelnost.

Taktéž se řasa uplatňuje obohacováním gastrointestinální mikroflóry, protože střevo je hlavním místem adsorpce živin u prasat. Studie prokázala, že u prasat přídavek fermentované *C. vulgaris* v dietě vedl k nižší koncentraci *E. coli,* ale k vyšší koncentraci laktobacilů. Lin (1969) předpokládal, že zapojený růstový faktor *Chlorella sp.* může zvýšit koncentraci laktobacilů až o 400 % *in vitro*. Prospěšný účinek *C. vulgaris* na rozmanitost laktobacilů *in vivo* potvrdili Janczyk a kol. (2009). Rania a Hala (2008) uvádějí, že extrakt z řasy *Chlorella* má antibakteriální účinky vůči *E. coli*, kvůli přítomnosti alkaloidů a lipopolysacharidů. Proto studie předpokládala, že suplementace fermentované *C. vulgaris* může obohatit mikroflóru střev a následně vysvětlit zdánlivou celkovou stravitelnost a schopnost růstu. Fermentovaná *C. vulgaris* v dietě, ve výši 0,1 %, upravuje mikroflóru ve střevě (nižší koncetrace *E. coli*, ale vyšší koncentrace *Lactobacillus* sp.), zlepšuje růst a stravitelnost živin u prasat (Yan a kol., 2012).

3.2 Využití řasy

Řasy byly využívané jako potraviny, již před 2000 lety v Číně. Přestože řasy jsou známé jako zdroj živin po tisíce let (Borowitzka, 1999), biotechnologie a výzkumy se začaly rozvíjet v polovině minulého století (Spolaore a kol., 2006). Mimo použití jako doplňku výživy pro přežvýkavce a monogastry, mohou být řasy využity pro výrobu bionafty. Dále jako aditivní látky (algináty, karagenany, agar, pigmenty), jako přídavky do kosmetických výrobků nebo jako organické hnojivo. Kromě toho mohou být řasy efektivně využity, jako zdroje pigmentu pro vaječný žloutek.

Sheih a kol. (2009) se domnívají, že získaný nízkonákladový protein z řasy může být novou alternativou pro produkci peptidů s antioxidačními vlastnostmi. Protein z řasy se obvykle používá jako krmivo pro zvířata, který vzniká jako vedlejší produkt při produkci extraktů z řasy *Chlorella vulgaris*. Zbytky po extrakci, které obsahují více než 50 % bílkovin, mají nízkou tržní hodnotu, přesto ale můžou být cenným zdrojem bílkovin v krmivech

pro zvířata. Studie Sheih a kol. (2009) ukázala, že vedlejší produkt z řas by se mohl stát novým zdrojem antioxidantů.

Jako další příklady uplatnění řas uvádějí Muller-Feuga (2000); Barclay (1986); Illman a kol. (2000); Lipstein a Hurwitz (1980); Richmond (2004) následující: potraviny, krmiva, léky, pigmenty, zdroje chemických složek, paliva, hormony a další.

3.3 Užitkové vlastnosti prasat

Cílem zušlechťovacího procesu v chovu prasat je snaha o dosažení požadovaných parametrů užitkovosti, které odpovídají především požadavkům konzumentů, ale i zpracovatelů při důrazu na potravinovou bezpečnost a kvalitu produktu. Užitkové vlastnosti prasat dělíme na vlastnosti reprodukční, zahrnující plodnost a mléčnost a vlastnosti produkční, zahrnující výkrmnost a jatečnou hodnotu (Stupka a kol., 2009b). Následující dvě podkapitoly jsou věnovány vlastnostem produkčním.

3.3.1 Výkrmnost

Výkrm zahrnuje prasata od počáteční hmotností 20 kg, obvykle do porážkové hmotnosti asi 115 kg (Whittemore a Kyriazakis, 2006). Nicméně, jatečná hmotnost se liší v závislosti na zemi, regionu a jatkách. Proces porážky zahrnuje: čekací dobu před omráčením, vlastní porážku, klasifikaci JUT a chlazení (Perez a kol., 2009). Při stanovení optimální konečné tělesné hmotnosti prasat ve výkrmu, je třeba vzít v úvahu výrobní náklady, požadavky spotřebitelů a možnosti zpracovatelského průmyslu. Konečná živá hmotnost prasat je také určena genetickým potenciálem. V některých genotypech prasat je dán zvýšený podíl tukové tkáně, stejně jako třeba charakteristická menší konverze krmiva, při menších tělesných hmotnostech. Výkrm do vyšších hodnot konečné tělesné hmotnosti se uskutečňuje jen u selektovaných prasat, u kterých je tato hmotnost požadovaná. Nepříznivé dopady jako je nižší konverze krmiva, nízká zmasitost, jsou kompenzovány vyšší prodejní cenou, pokud jsou zpracovávány na vysoce hodnotné produkty (Sencic a kol., 2005).

Změnu tělesných rozměrů, či přírůstek hmotnosti označujeme jako růst. Růst je základním procesem charakterizujícím živou hmotu. Růst lze charakterizovat dvěma základními procesy. Kvantitativním procesem rozumíme zvětšování hmotnosti, rozměrů

orgánů a stavebních tkání na podkladě zvětšování obsahu proteinů, minerálních složek a vody.

Kritériem průběhu růstu je přírůstek živé hmotnosti v čase. Růst tedy sledujeme vážením a měřením. Přírůstek živé hmotnosti se tak stává ukazatelem růstu a spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku živé hmotnosti vyjadřuje efektivnost využití spotřebovaných krmiv. Kvalitatitvní proces se projevuje v diferenciaci buněk, tkání a orgánů. Změny v tělesné stavbě, tvaru, vývinu orgánů a tkání až do plného a dokonalého funkčního stavu se označuje jako vývin. Intenzita růstu je definována jako dědičně podmíněná a prostředím ovlivnitelná rychlost růstu, měřená živou hmotností a jednotlivými tělesnými mírami. S přibývajícím věkem se snižuje a uplatnit se může jen při optimálních podmínkách krmení a ošetřování. Objektivní hodnocení intenzity růstu je možné jen při optimálních podmínkách výživy. U rostoucích prasat se mění složení těla v závislosti na hmotnosti a délce výkrmu (Stupka a kol., 2009b).

Pokud jde o intenzitu růstu jednotlivých tkání prasat, platí, že kostra vykazuje nejnižší intenzitu růstu. Svaly obecně vykazují vysoký růst, přičemž nejvyšší intenzitu růstu má svalstvo beder a pánve. Tuk má vysokou intenzitu růstu do 4. týdne po narození, poté intenzita klesá a dále stoupá až po 16. týdnu věku (Stupka a kol., 2009b).

V řadě zemí je běžnou praxí třídění JUT prasat na základě podílu svaloviny (Daumas a Dhorne, 1996; Johnson a kol., 2004; Pomar a Marcoux, 2003). Podíl svaloviny z jatečně upraveného těla prasete se stanovuje výřezem, který umožňuje vypočítat podíl tkání (libové maso, tuk a kosti), ve vztahu k hmotnosti JUT. Poptávka spotřebitelů na trhu vedla k zavedení klasifikačního systému jatečně upravených těl. Důležitým kritériem kvality vepřového masa je tedy podíl libového masa, který také stanovuje výši ceny JUT u producentů (Fredeen a Weiss, 1981). Na základě podílu svaloviny je přisuzován silný vztah tomuto kritériu kvality a ekonomické hodnotě JUT na výslednou cenu JUT prasete. Princip úpravy cen je pro producenty výhodný, dodává podnět k další produkci jatečně upravených těl, která uspokojuje poptávku spotřebitelů (Cross a Savell, 1994).

Existují rozdíly mezi různými definicemi výnosů z hlediska vybraných tkání (čitatel) a jejich jmenovateli. Proto, v závislosti na definici, různé podíly libové svaloviny, tuku a kostí mohou být zahrnuty do čitatele vzorce a přispívají k hodnotám výnosů JUT různými způsoby. Například zařazení svalů břišní stěny obsahující tuk, do čitatele vzorce by mohlo minimalizovat rozdíly ve výnosech jatečně upravených těl, protože jejich hmotnost se zvyšuje

s obsahem tuku JUT (Fredeen, 1980; Gibson a Vandervoort, 1999). S rostoucí porážkovou hmotností se poměr masa a tuku v půlce JUT zhoršuje (Pulkrábek a kol., 1999).

Willam a kol. (1990) považují hodnotu porážkové hmotnosti za nejdůležitější faktor, který ovlivňuje kvantitativní a kvalitativní znaky JUT. Naopak, Bruwe a kol. (1991) přisuzují všechny aspekty JUT pohlaví. Ve většině případů, dle Bejerholmova a Barton-Gada (1986); Wooda (1990); Stoiera a kol. (1998); Fernandeze a kol. (1999); Brewera a kol. (2001); Wooda a kol. (2004) má množství intramuskulárního tuku příznivý vliv na nutriční kvalitu vepřového masa, i když někteří autoři prokázali pouze slabý vliv (Eikelenboom a kol., 1996), nebo dokonce žádný vliv (Göransson a kol., 1992).

Brewer a kol. (1999) uvádějí, že optimální množství intramuskulárního tuku, při porážkové hmotnosti 100 kg je 25 g/kg. Spotřebitelé považují libové maso s více než 40 g/kg za příliš mastné. Nejvýhodnější hodnoty jsou 25 až 35 g/kg (De Vol a kol., 1988; Verbeke a kol., 1999). Minimální množství intramuskulárního tuku by mělo překročit hodnotu 15 g/kg. Intramuskulární tuk je pro spotřebitele důležitým faktorem z hlediska chuťových vlastností masa. V JUT prasat existují značné rozdíly v anatomickém rozložení intramuskulárního tuku. Podle Fischera (2001), nejnižší hodnoty intramuskulárního tuku (1,1 - 1,4 %) byly pozorovány ve svalech *m. rectus femoris*, *m. adductor*, *m. psoas major* a v *m. longissimus lumborum*. Střední hodnoty intramuskulárního tuku, tj. 1,7 - 2,7 %, zastupují svaly *m. triceps brachii*, *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. semimembranosus* a *m. biceps femoris*. Zvýšené množství intramuskulárního tuku je obsaženo v *m. serratus ventrali*, *m. semispinalis capitis*. Cameron a kol. (1990); Gonzalez a kol. (2001); Brewer a kol. (2002); Tibau a kol. (2002) se domnívají, že obsah intramuskulárního tuku závisí především na genetickém vlivu rodičů, pohlaví, stejně jako na porážkové hmotnosti a výživě, zatímco Hamilton a kol. (2000); Faucitano a kol. (2004) oponují. Okrouhlá a kol. (2006) došli k závěru, že vepříci vykazují vyšší obsah intramuskulárního a podkožního tuku, než prasničky.

3.3.2 Jatečná hodnota

Jatečná hodnota představuje soubor kvantitativních a kvalitativních ukazatelů vyjadřujících hodnotu poráženého zvířete. Představuje množství a jakost produktů, které se získávají zpracováním jatečných zvířat po porážce ve zpracovatelském průmyslu.

Spolu s kvalitou masa patří mezi základní vlastnosti, které rozhodují o ceně produktu a konzumaci. Taktéž představuje hodnotu vyjádřenou podílem svaloviny v jatečném těle v %, hodnotu vyjádřenou hmotností a podílem hlavních masitých částí, tj. krkovičky, pečeně, plece a kýty v % z hmotnosti jatečné půlky prasete, hodnotu plochy příčného řezu nejdelšího zádového svalu v mm^2 a průměrnou výšku hřbetního tuku v mm. Posouzení a stanovení jatečné hodnoty prasat je také nutno brát z hlediska vlastností vyjadřujících její kvalitativní stránku, která zahrnuje jatečnou výtěžnost, jatečné zpracování prasat, kvalitu jatečně upraveného trupu, podíl tkání jatečného trupu, zmasilost, jadrnost a lačnost. Mezi kvalitativní znaky masa řadíme jakost masa (vaznost, barvu, mramorování, křehkost, šťavnatost, chuť a vůni), dále pak jakost tuku a barvu kostí (Stupka a kol., 2009b).

Hmotnost JUT představuje dvě k sobě náležející půlky s hlavou a kůží, bez štětin, bez výkrojů očních a ušních, bez mozku, míchy, jazyka, bránice, bráničního pilíře, ledvin, plsti, pohlavních orgánů, šparků, orgánů dutiny hrudní, břišní a pánevní vyňatých i s přirostlým tukem. Stanovuje se vážením v teplém stavu po ukončení porážky a veterinární prohlídky, nejpozději do 45 minut *post mortem*. Mezi vnější faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa patří výživa a teplota. Pouze biologicky plnohodnotná a vyrovnaná výživa umožňuje odpovídající růst a vývin zvířete (Stupka a kol., 2009b).

Jatečná výtěžnost se vyjadřuje jako procentuální podíl hmotnosti JUT z porážkové hmotnosti před a po porážce. U prasat se jí rozumí poměr hmotnosti JUT k porážkové hmotnosti. V závislosti na hmotnosti dosahuje hodnot okolo 78 – 85 % (Stupka a kol., 2009b).

3.4 Systém klasifikace JUT prasat v České republice

Klasifikace představuje jednotný systém, který se uplatňuje ve všech členských státech Evropské unie, ale také v jiných zemích (Švýcarsko, Norsko a jiné). Z toho vyplývá, že jatečná těla prasat jsou hodnocena podle jednotných zásad v rámci tzv. SEUROP - systému. Výsledky klasifikace poskytují podklady pro tvorbu farmářských cen, přispívají k transparentnosti trhu s komoditou vepřové maso a umožňují vzájemné porovnání zmasilosti jatečných prasat, a to na úrovni vnitrostátní i mezinárodní. Získané údaje z klasifikace představují významné informace pro šlechtitele, producenty i zpracovatele.

Tab. 2: SEUROP - systém

Jakostní třída	Podíl svaloviny (%)
S	60 a více
E	55 až 59,9
U	50 až 54,9
R	45 až 49,9
O	40 až 44,9
P	méně než 40
N	Jatečně upravená těla prasat do 59,9 kg včetně.
T	Jatečně upravená těla prasat nad 120 kg.

Zdroj: Bartoň a kol., 2013

Jednotný klasifikační systém pro hodnocení jatečných prasat byl zaveden v zemích Evropské unie v roce 1984. Legislativním podkladem k tomu bylo Nařízení Rady (EHS) č. 3220/84, ze kterého vyplývala základní povinnost hodnotit jatečná prasata pro komerční účely podle EUROP - systému. Později, při navyšování zmasilosti jatečných těl, byla zavedena jakostní třída S, s podílem svaloviny vyšším než 60 %. Při hodnocení jatečných prasat podle SEUROP - systému, který se uplatňuje v EU, ale i v dalších hospodářsky vyspělých zemích, je základním ukazatelem kvality jatečného těla podíl svaloviny. Povinnost klasifikovat jatečná prasata se podle nařízení Komise (ES) č. 1249/2008 vztahuje na všechny jatečné provozy.

3.5 Výživná hodnota krmiva

Hlavní složku krmiv pro prasata představují jadrná krmiva. Z jadrných krmiv krmnou dávku tvoří především obiloviny a mlýnská krmiva, dále nejrůznější bílkovinné komponenty rostlinného a živočišného původu, jakož i minerálně-vitamínové koncentráty a syntetické preparáty. Oproti jiným hospodářským zvířatům, prasata vykazují vysokou schopnost syntézy proteinu a tuku, jakož i vysokou účinnost využití a přeměny živin (Stupka a kol., 2009b). Výživná hodnota krmiva či krmné dávky je vyjádřena obsahem energie, živin a všech ostatních látek, dále fyzikálními, chemickými a dietetickými vlastnostmi a působením krmiva na organismus zvířete. Potřeba živin je potřebou určitých živin, určitých chemických vazeb,

které musí být v krmivu dodány, a proto vzniká nutnost, aby krmivo bylo v těchto živinách definováno. Druhou stránkou výživy hospodářských zvířat je stránka energetická, spočívající v tom, že celkové působení krmiva v organismu může být stanoveno jediným číslem (Lád, 2004). Potřeba energie se skládá ze záchovné potřeby a potřeby pro produkci. V jednotkách ME je vyjádřena jak hodnota krmiva, tak i potřeba energie (Lád, 2004).

3.6 Živiny krmiva

3.6.1 Dusíkaté látky, aminokyseliny

Dusíkaté látky rozdělujeme na bílkoviny a dusíkaté látky nebílkovinné. Bílkoviny jsou hlavní složkou tkání těla a obnovují se několikrát za život. U prasat se nejvíce podílejí na zvětšování tělesné hmoty (Stupka a kol., 2009b).

Prasata nemají specifickou potřebu dusíkatých látek, či bílkovin, nýbrž aminokyselin (Lád, 2004). Pro prasata jsou kompletní krmné směsi optimalizovány prakticky na bázi 4 základních limitujících aminokyselin, tj. lysinu, methioninu, tryptofanu a threoninu (Stupka a kol., 2009b). Obiloviny se vyznačují silným deficitem lysinu, dostatečné množství lysinu obsahují například luskoviny. Přestože suplementace organické kyseliny byla původně určena pro odstavená selata, je stále více důkazů, že dietní přídavek organické kyseliny může být výhodný i pro prasata ve výkrmu. Nedávné výsledky ukázaly, že použití organické kyseliny ve výkrmu prasat může zlepšovat stravitelnost proteinů a aminokyselin (Mosenthin a kol., 1992; Kemme a kol., 1995; Mroz a kol., 1997) a absorpci minerálních látek (Jongbloed a Jongbloed, 1996). Organické kyseliny jsou účinné konzervační látky, které chrání uložená krmiva proti nežádoucímu růstu bakterií nebo hub (Frank, 1994) a také zlepšují kvalitu krmiva během skladování, což může vést k lepší výkonnosti. Lebret (2008), dospěl k závěru, že technologické vlastnosti masa nejsou ovlivněny množstvím bílkovin v krmivu.

Tab. 3: Doporučené poměry limitujících aminokyselin s ohledem na jednotlivé kategorie prasat

Kategorie prasat	Lys	Met	Thr	Trp
Předvýkrm	1	2,7	0,65	0,18
Výkrm	1	0,3	0,67	0,19
Selata	poměr jako předvýkrm			
Prasnice kojící	poměr jako výkrm			
Prasnice březí	1	0,3	0,78	0,19

Zdroj: Anon.

3.6.2 Sacharidy

Sacharidy mají v těle funkci především energetickou. Přebytek sacharidů se v těle zvířete přeměňuje na tuky, což je charakteristické při výkrmu prasat na sádlo (Lád, 2004). Ve výživě monogastrů jsou hlavním energetickým zdrojem škroby obsažené zejména v zrninách a bramborách.

3.6.3 Tuky

Tuky jsou nejvýznamnějším energetickým zdrojem. V těle zvířat mají funkci energetickou, zásobní a ochrannou (Lád, 2004). Složení a původ tuku v krmné dávce má vliv na složení a jakost tuku v těle jatečných zvířat a také na chuť masa. Tuky řepkových, slunečnicových a lněných pokrutin, které obsahují větší množství kyseliny olejové, vytvářejí v těle zvířat měkčí konzistenci. Tuky krmiv obsahující kyselinu palmitovou vytvářejí tuky tvrdší konzistence (Lád, 2004).

3.6.4 Minerální látky

Minerální látky se podílejí na mnoha významných dějích v organismu prasat. Nejsou jen nepostradatelným předpokladem vývinu kostry, ale i důležitým faktorem v přeměně látek. Podmiňují udržet acidobazickou rovnováhu v organismu, zúčastňují se tvorby různých enzymů, hormonů a jiných sloučenin nezbytných pro život. Působí na kontrakci svalů a dráždivost nervové soustavy (Lád, 2004). Každý prvek má v životních pochodech zvířat

vlastní specifickou funkci. Jednotlivé minerální látky však nelze posuzovat jako izolovaně působící látky, ale je třeba je posuzovat komplexně (Lád, 2004). Imbalance minerálních látek vyvolává poruchy metabolizmu projevující se navenek poklesem užitkovosti, zdravotními poruchami s možným úhynem (Stupka a kol., 2009b). Rovněž organické kyseliny ovlivňují retenci minerálních látek. Kirchgessner a Roth (1980) uvádějí, že 20 g kyseliny fumarové/kg krmiva u odstavených selat zlepšuje bilanci Ca, P, Mg a Zn o 14, 13, 21 a 43 %, v příslušném pořadí.

U všech kategorií prasat je potřeba minerálních látek v kompletních krmných směsích kryta cca ze 70 % základními komponenty krmné dávky (pšenice, ječmen) a cca z 30 % ve formě premixů krmných přísad (Stupka a kol., 2009b).

Tab. 4: Koncentrace prvků v těle prasat

Prvek	Krev	Sérum	Plasma
Ca (mmol/l)	2,25-3,24	2,50-3,50	2,1-3,24
P (mmol/l)	1,94-2,91	1,29-1,94	0,74-1,02
Mg (mmol/l), (µmol/l*)	1,23-1,64	1,64-2,46*	-
Na (mmol/l)	87-100	139,2-150,9	130-150
K (mmol/l)	4,13-4,64	4,64-5,68	4,0-5,6
Cl^- (mmol/l)	78,96-90,24	101,52-107,16	94,00-106,00
Cu (µmol/l)	31,40-37,8	-	28,26-39,25
Co (µmol/l)	0,425-0,85	-	-
Mn (µmol/l)	0,364-1,82	-	-
Zn (µmol/l)	-	-	15,3-35,2
I (µmol/l)	0,323-0,472	-	-

Zdroj: Anon.

3.6.4.1 Makroelementy a mikroelementy

Makroelementy jsou prvky nepostradatelné, zahrnující Ca, P, Na, K, Cl, Mg, S. Deficit těchto prvků se vyskytuje pouze vzácně. Hořčík je v rostlinné říši součástí chlorofylu, kde plní obdobnou funkci jako železo v hemoglobinu. Je nutný při stavbě kostí, zubů a je i součástí mléka. Bohatým zdrojem hořčíku jsou pšeničné otruby, vojtěška a jetel. Draslík

má význam v přenosu vzruchů (svalstvo) a pH krve. Uvnitř buňky se vyskytuje jako K^+. Bohatým zdrojem jsou rostlinná a jadrná krmiva. Metabolizmus prvku je ovlivněn přímo úměrně obsahem bílkovin v krmné dávce a vitamínem B_6. Z celkového množství minerálních látek těla tvoří 0,04 % mikroelementy. Mezi tyto nejdůležitější anorganické látky patří Fe, Mn, Zn, Cu, Se, Co (Stupka a kol., 2009b).

Jód je esenciální stopový prvek, nutný pro syntézu hormonů štítné žlázy u lidí a zvířat. V savčím těle, štítná žláza obsahuje okolo 80 % celkového jódu (Herzig a kol., 2007). Dietní doporučení jódu pro prasata není striktně stanoveno (ARC 1981; NRC 1998). Nedostatek jódu u prasnic se projevuje narozením slabých selat nebo narozením mrtvého selete a nedostatek jódu u prasat určených pro výkrm má za následek snížení tempa růstu. (Delange, 1994; Kotwal a kol., 2007). Kamphues a kol. (1999) doporučují 0,15 mg jódu v 1 kg sušiny KD u selat a prasat ve výkrmu. Podle Cromwella a kol. (1975) a NRC (1988) se jedná o velmi blízké hodnoty doporučení, tj. 0,14 mg jódu v 1 kg sušiny KD. Požadavek jódu pro prasnice byl stanoven na ± 0,5 - 0,6 mg jódu v 1 kg sušiny KD.

Selen je nezbytným stopovým prvkem. Je zapojen do enzymu glutathion peroxidázy, kde působí jako antioxidant, chránící proti oxidačnímu stresu (Muth a kol., 1958; Papp a kol., 2007). Účastní se při výměně látek, ovlivňuje užitkovost a udržuje integritu tělesných tkání a růstu mladých, rychle rostoucích prasat. Je také součástí různých selenoproteinů (Stupka a kol., 2009b). Zhan a kol. (2007) zjistili, že suplementace selenu u prasat snížila peroxidaci lipidů ve svalové tkáni.

Antioxidantům, uloženým v buněčné membráně, je přikládán vliv na oxidaci lipidů a stabilizaci membránové integrity svalových buněk (Asghar a kol., 1989). Antioxidanty zabraňují oxidaci myoglobinu, a tím stabilizují červenou barvu masa (Zhan a kol., 2007). Proto, zvýšený antioxidační status ve svalech, má tendenci k zvyšování kvality masa, stabilizací integrity buněčné membrány a stabilizaci červené barvy masa.

3.6.5 Voda

Jedná se o neenergetickou, avšak esenciální živinu. Je spjata se všemi metabolickými funkcemi a zaujímá cca 70 % tělní hmoty. Její funkcí je udržování homeostáze organismu a tělní teploty, exkrece a dosažení pocitu nasycenosti (Stupka a kol., 2009b).

3.7 Využití řasy *Chlorella* sp. ve výživě

Minerální biologická dostupnost je ovlivněna především skladbou diety (Rodrigues Lobo a kol., 2009). Rostliny a rostlinné výtažky jsou na vzestupu zájmu možnosti využití ve výživě zvířat. Nejčastěji se rostlinné výtažky používají jako doplňkové látky a je možné jimi nahradit i antibiotika podávána prasatům. Taranu a kol. (2012) interpretují účinky přídavků *Chlorelly vulgaris* (1 %), alginátu sodného (0,1 %), inulinu (1,5 %) a směsi esenciálních olejů (0,04 %) do krmné směsi pro selata po odstavu, s výsledným posílením imunitní reakce a biologické dostupnosti některých stopových prvků (Fe, Cu, Mn, Zn). *Chlorella vulgaris*, alginát sodný, inulin a směsi esenciálních olejů jsou známé pro jejich potenciál modifikovat střevní mikroflóru nárůstem prospěšných bakterií mléčného kvašení (Castillo a kol., 2006; Janczyk a kol., 2009; Lallès a kol., 2009). Pro jednobuněčnou řasu *Chlorella vulgaris* byly popsány protinádorové vlastnosti (Tanaka a kol., 1984, 1986; Noda a kol., 1996; Yasukawa a kol., 1996; Justo a kol., 2001). Alginát sodný navíc ovlivňuje stravitelnost a dostupnost živin z potravy (Terada a kol., 1995;. Bach Knudsen, 2001; Drochner a kol., 2004).

Taranu a kol. (2012) poukázal na zvýšenou koncentraci IgG v plazmě prasat, při suplementaci rostlinného výtažku ($P<0,05$). Přírodní doplňky, zejména inulin, éterické oleje a alginát sodný mají schopnost zesílit imunitní funkci a zachovat minerální retenci během počátečního vývoje selat po odstavu. Prasata přijímající výše uvedené rostlinné přídavky po dobu 11 dnů měla zvýšené plazmatické koncentrace železa, mědi a železa v játrech. Již dříve podávaná *Chlorella vulgaris* březím myším, měla za následek zvýšení sérové koncentrace železa (Janczyk, 2005).

Svoboda a kol. (2009) hodnotil vliv různých forem selenu, získaných z Se - obohacené řasy (*Chlorella* spp.) a Se - obohacených kvasnic na koncentraci selenu v séru a tkáních, a také na ukazatele kvality masa u výkrmových prasat. Prasatům byly podávány různé doplňky selenu o koncentraci 0,3 mg/kg krmiva po dobu 3 měsíců před porážkou. Z výsledků měření vyplývá, že přídavek řasy na relativně vysoké úrovni (7 g/ks/den) snižuje dopad stresu prasat před porážkou, a tím následně zvyšuje kvalitu masa (Svoboda a kol., 2009). Přesný mechanismus tohoto jevu není znám, ale pokusy na jiných druzích zvířat ukázaly, že řasa zvyšuje odolnost organizmu vůči různým zátěžovým situacím (Rotkovská a kol., 1989; Kotrbáček a kol., 1994). Kromě toho, Konishi a kol. (1990) poukázují, že *Chlorella* sp. může

být použita pro nespecifickou stimulaci imunitního systému, vůči *E. coli* u krys a myší. Proto je považována za vhodný nosič organicky vázaného selenu u výkrmových prasat.

Lze též konstatovat, že selen pocházející ze Se obohacené řasy *Chlorella* spp. vykazuje nižší akumulaci ve svalové tkáni, než selen ze Se - obohacených kvasnic a navíc neovlivňuje ukazatele kvality masa (Svoboda a kol., 2009).

Další možností, jak využít řasu *Chlorella* spp. ve výživě je obohacení jódem. Názory na přídavek jódu ve výkrmu prasat se liší v závislosti na různých vědeckých studiích. Flachowsky a kol. (2006) navrhují 0,15 mg/kg sušiny. Podle Schöna a kol. (1999) dávka více než 0,125 mg/kg sušiny je dostačující pro udržení normální koncentrace hormonu tyroxinu v séru. Baňoch a kol. (2012) ve své studii obohatili řasu jódem, přídavkem jodidu sodného a jodidu draselného do kultivačního média. Po kultivaci řas, byla následně získána biomasa. Jeden kilogram suché biomasy obsahoval 2130 mg jódu/kg. Přidáním jódu v anorganické formě došlo k výrazně vyšším koncentracím jódu v štítné žláze ($P<0,05$), ve srovnání s kontrolní skupinou. Lze též konstatovat, že jód z obohacené řasy *Chlorella* spp., je zachován ve svalové tkáni v koncentracích, které jsou srovnatelné s anorganickým KI. Dokonce, i když použijeme v krmné dávce vysoké koncentrace jódu, obsah jódu ve svalovině bude stále velmi nízký, aby se dal považovat za relevantní zdroj jódu pro lidskou výživu. Dobrá biologická dostupnost jódu z *Chlorella* spp. byla zaznamenána také u kojících prasnic (Kotrbáček a kol., 2004).

Lipstein a Hurwitz (1980) ve své studii uvádějí, že přidání *Chlorella* sp. 60 - 150 g na kg krmiva nemá negativní vliv na růst brojlerů a přídavek 120 g *Chlorella* sp. na kg krmiva neovlivniňuje kvalitu vajec a využití krmiv u nosnic. Zvýšená suplementace řasy v krmivu způsobuje intenzivnější žlutou barvu vaječných žloutků (Kadukowa a Vircikova, 2005).

4 Materiál a metodika

Pokus byl realizován v pokusné stáji ČZU v Praze (předvýkrm) a testační stanici v Ploskově u Lán (výkrm). Ustájeno bylo 80 ks běhounů finální hybridní kombinace PIC v průměrném věku 66 dnů od narození o celkové průměrné živé hmotnosti 28,60 kg.

Ustájení prasat bylo provedeno za standardních podmínek podle metodiky pro testaci čistokrevných a hybridních prasat platných pro předvýkrm a výkrm (Stupka a kol., 2009a).

Výživa prasat probíhala podle norem potřeby živin ad-libitně v předvýkrmu a s třemi fázemi s kontinuitním přechodem ve výkrmu, přičemž kompletní krmné směsi (KKS) byly složeny z pšenice, ječmene, extrahovaného sójového šrotu a krmného doplňku. Krmení KKS bylo realizováno ad-libitně pomocí samokrmítek od firmy Duräumat, přičemž KKS byly míchány pro každý kotec samostatně. Podle výživy a pohlaví byla prasata rozdělena do čtyř skupin a to na kontrolní skupinu (vepříci/prasničky) a pokusnou skupinu (vepříci/prasničky). Pokusné skupině byla dávkovaná suspenze řasy *Planktochlorella nurekis* 1904 Kieg v 0,5% koncentraci, kdy průměrná denní dávka suspenze na kus činila cca 1000 mililitrů.

Spotřeba krmiva byla zjišťována u předvýkrmu pro kotec (8 zvířat), respektive dvojici zvířat u výkrmu (jeden kotec) a následně rozpočítána na jednotlivé kusy. Dále byly z výkrmnostních ukazatelů sledovány hodnoty, jako například průměrný denní přírůstek a konverze krmiva.

Pro vyhodnocení kvantitativních ukazatelů jatečné hodnoty byla, po dosažení celkové průměrné živé hmotnosti 106,80 kg ve věku 141 dne od narození, prasata poražena, zpeněžena na jatkách systémem SEUROP dvoubodovou metodou ZP (ČSN 46 6160, Vrchlabský a Palásek, 1992; Pulkrábek, 2001) a podrobena jatečnému rozboru (Smolák a Ivánek, 1992).

U jatečně upraveného těla (JUT) byly sledovány následující kvantitativní ukazatele, a to:

- hmotnost pravé půlky JUT za studena v kg,
- podíl masa v jatečné půlce za studena v %,
- plocha MLLT v mm^2,
- hmotnost krkovice celkem v jatečné půlce za studena v kg (maso + kost),
- hmotnost kýty celkem v jatečné půlce za studena v kg (maso + kost),

- hmotnost pečeně celkem v jatečné půlce za studena v kg (maso + kost),
- hmotnost plece celkem v jatečné půlce za studena v kg (maso + kost),
- hmotnost boku celkem v jatečné půlce za studena v kg (maso + kost),
- podíl krkovice v jatečné půlce za studena v % (maso + kost),
- podíl kýty v jatečné půlce za studena v % (maso + kost),
- podíl pečeně v jatečné půlce za studena v % (maso + kost),
- podíl plece v jatečné půlce za studena v % (maso + kost),
- podíl boku v jatečné půlce za studena v % (maso + kost).

Výsledky pokusu byly vyhodnoceny statistickým programem SAS® Propriety Software Release 6.04, přičemž rozdíly mezi jednotlivými sledovanými znaky byly otestovány procedurou GLM.

Testování významných rozdílů bylo provedeno podle následujícího matematicko-statistického modelu, tj. dvoufaktoriální analýzy (2 skupiny dle výživy x 2 skupiny dle pohlaví): $\mathbf{Y_{ijk} = \mu + (V)_i + (P)_j + (VP)_{ij} + e_{ijk}}$, kde

Y_{ijk} = hodnota znaku

μ = celkový průměr

$(V)_i$ = vliv výživy ($_i$ = kontrola, suspenze)

$(P)_j$ = vliv pohlaví ($_j$ = vepřík, prasnička)

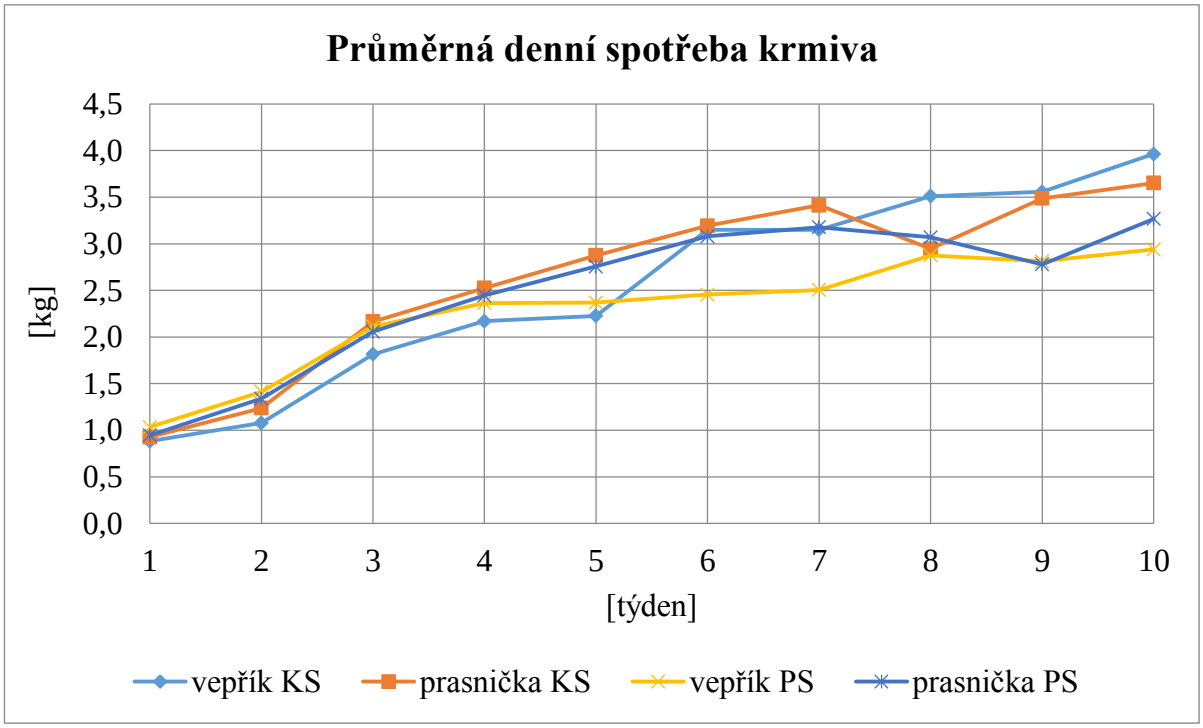
e_{ijk} = náhodný znak

5 Výsledky a diskuse

Jak je z grafu č. 1 patrné, na začátku výkrmu byla průměrná denní spotřeba krmiva vyrovnaná. Mírná stagnace byla sledovaná jen u vepříků z pokusné skupiny mezi 4. - 7. týdnem. Naopak skupina vepříků z kontrolní skupiny vykazovala nejvyšší hodnoty průměrné denní spotřeby krmiva, a to na konci pokusu. Prasničky z pokusné skupiny a prasničky z kontrolní skupiny měly průběh nárůstu takřka kontinuální až do 7. týdne výkrmu, po kterém nastal pokles průměrné denní spotřeby krmiva u prasniček přijímajících suspenzi řasy, a to až do 9. týdne výkrmu. Při pokusu Eidelsburger a kol. (1992) také zaznamenali významné snížení hodnoty denního přírůstku hmotnosti a denní spotřeby krmiva, a to po přidání kyseliny chlorovodíkové. Přídavek kyseliny fumarové vykazoval jen mírné zlepšení.

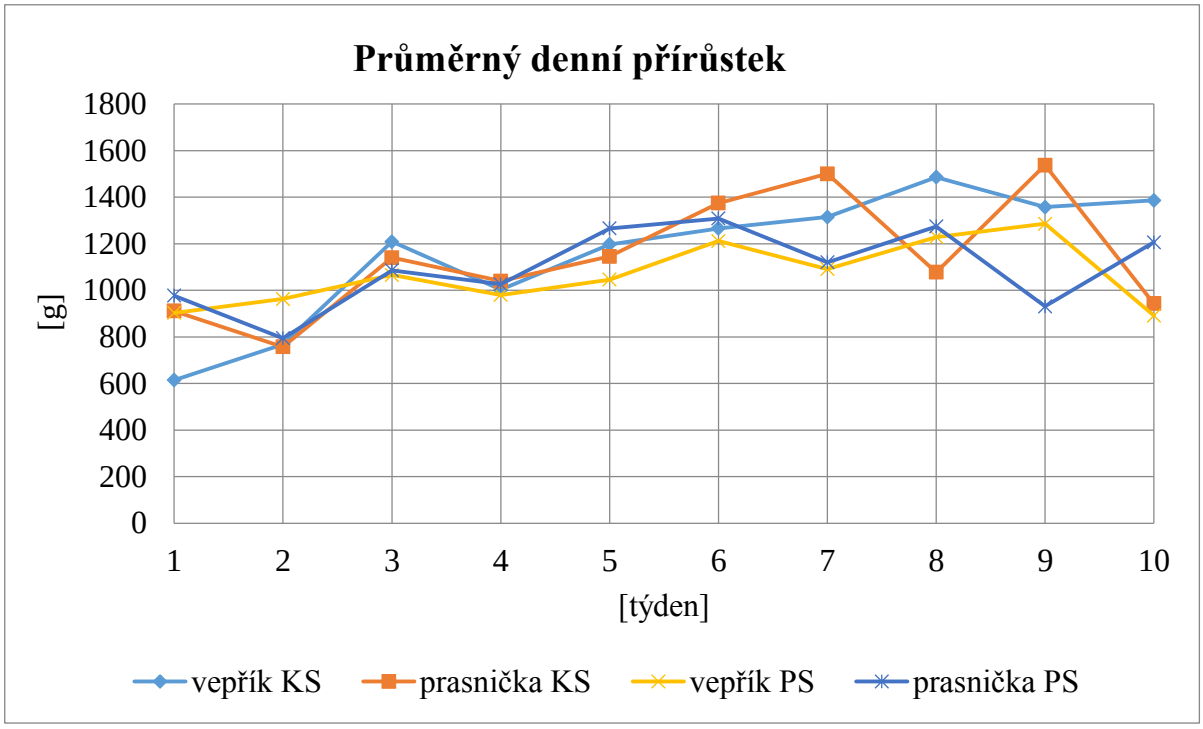
U prasniček z kontrolní skupiny byl nárůst průměrné denní spotřeby krmiva zaznamenán o týden dříve. Lze konstatovat, že v poslední fázi výkrmu došlo k nárůstu průměrné denní spotřeby krmiv u všech skupin.

Graf 1: Průměrná denní spotřeba krmiva (kg)



Z grafu č. 2 je patrné, že nejnižšího průměrného denního přírůstku v 1. týdnu výkrmu dosahovali vepříci z kontrolní skupiny, kteří v konečné fázi pokusu naopak vykazovali hodnoty pro vepříky obecně nejvyšší. U pokusné skupiny vepříků, stejně jako u prasniček z kontrolní skupiny byl po 9. týdnu výkrmu zaznamenán prudký pokles hodnot průměrného denního přírůstku. Obecně nejvyšší průměrný denní přírůstek měly prasničky z kontrolní skupiny v 7. a 9. týdnu výkrmu. Thacker a Bowland (1980, 1981) a Thacker a kol. (1981, 1992) došli k závěru, že přídavkem vyššího množství propionátů se sníží průměrný denní přírůstek, a to v důsledku poklesu příjmu krmiva. Kyselina fumarová zlepšila výkrm prasat, ale rozdíly mezi ostatními kyselinami nebyly významné. Další organické kyseliny, například kyselina mléčná, nebo jejich soli byly také uznány, jako účinné stimulátory růstu ve výkrmu prasat (Gálfi a Bokori, 1990; Jongbloed a Jongbloed, 1996).

Graf 2: Průměrný denní přírůstek (g)

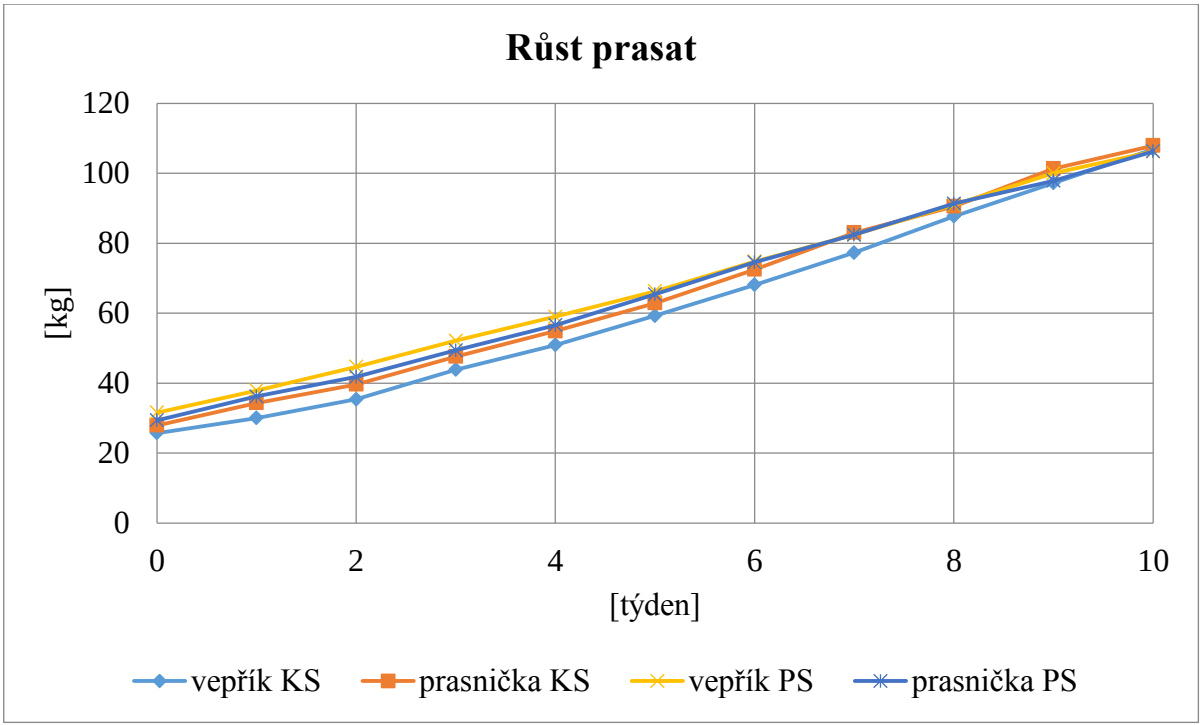


Z grafu č. 3 je patrný kontinuální nárůst hmotnosti u všech testovaných skupin. Na nejnižších hodnotách se pohybovali vepříci z kontrolní skupiny, kteří svou hmotností přerostli vepříky z pokusné skupiny pouze v 10. týdnu výkrmu. U prasniček z pokusné skupiny byl zaznamenán pozvolný nárůst převyšující kontinuální hodnoty kontrolní skupiny

prasniček až do 6. týdne. V 7., 9. a 10. týdnu byly zaznamenány vyšší hodnoty u prasniček z kontrolní skupiny než u prasniček z pokusné skupiny.

Dwyer a kol. (1993) svou studií dokazují, že porodní hmotnost selat je dobrým indikátorem míry růstu v počátečních fázích postnatálního vývoje. Množství svalových vláken je lepším ukazatelem potenciálního růstu v tomto období. Ne všechna prasata s vysokým množstvím vláken mají rychlou a efektivní míru růstu. Nicméně, prasata s menším počtem myofibril rostou méně, než prasata s vyšším počtem myofibril. To znamená, že vyšší počet myofibril je nezbytným předpokladem pro potenciální růst.

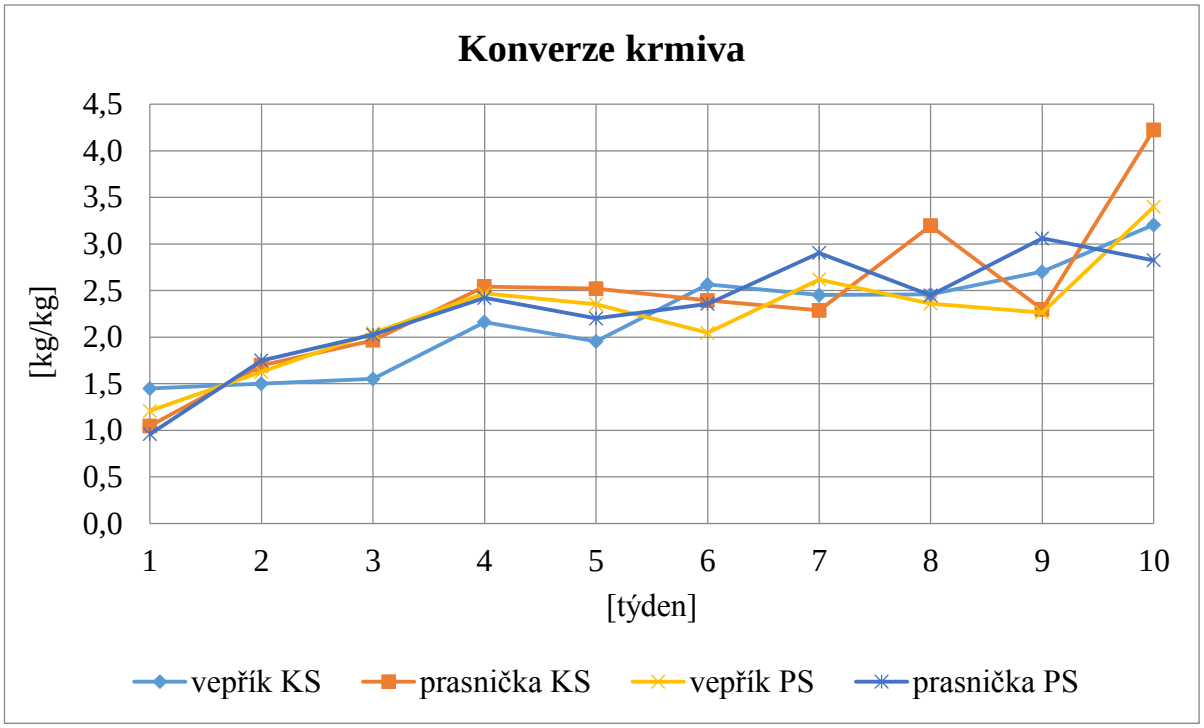
Graf 3: Růst prasat (kg)



Z grafu č. 4 vyplývá, že hodnoty konverze krmiva pozvolna narůstají do 4. týdne, kromě vepříků z kontrolní skupiny, u kterých je první nárůst pozorován až po 3. týdnu výkrmu. U všech skupin lze od 4. týdne pozorovat pokles a mírnou stagnaci, a to přibližně do 7. týdne. Prudký nárůst lze zpozorovat u prasniček z kontrolní skupiny od 7. a 9. týdne. Do konečného 10. týdne je také znatelný nárůst konverze krmiva u vepříků jak z kontrolní, tak i z pokusné skupiny. Naopak u prasniček z pokusné skupiny konverze krmiva klesala a v poslední fázi pokusu byla ze všech skupin nejnižší. Prasatům podávaná konjugovaná

kyselina linolová spíše snížila hodnotu celkového příjmu krmiva (P=0,07), ale zlepšila konverzi krmiva (P=0,06) v porovnání se slunečnicovým olejem, bez ohledu na pohlaví (Dugan a kol., 1997).

Graf 4: Konverze krmiva (kg/kg)



Z tabulky č. 5 vyplývá, že vyšší hodnoty průměrné živé hmotnosti vykázaly prasničky z kontrolní skupiny (105,8 kg), tak i z pokusné skupiny (107,4 kg), kterým byla podávána suspenze řasy *Planktochlorella nurekis* 1904 Kieg v 0,5% koncentraci, oproti vepříkům z kontrolní skupiny (104,4 kg) a pokusné skupiny (105,9 kg). Vyšší hodnoty u ukazatelů průměrný denní přírůstek a konverze krmiva u pokusné skupiny nebyly prokázány. Vyšších hodnot průměrného denního přírůstku dosahovali vepříci z kontrolní skupiny (1160 g) a prasničky z kontrolní skupiny (1143 g). V porovnání s vepříky z kontrolní a z pokusné skupiny je patrná vyšší konverze krmiva ve prospěch prasniček, jak z kontrolní skupiny (2,33 kg/kg), tak i z pokusné skupiny (2,27 kg/kg). Z naměřených hodnot je dále patrný vliv pohlaví, a to u ukazatele celková spotřeba krmiva, který dosahuje vyšších hodnot u prasniček z kontrolní skupiny (185 kg), než u vepříků z kontrolní skupiny (178,5 kg),

a zároveň i u prasniček z pokusné skupiny (174,4 kg), než u vepříků z pokusné skupiny (160,2 kg). Tento ukazatel byl s ohledem na pohlaví shledán za statisticky průkazný (P<0,02).

Tab. 5: Vybrané ukazatele výkrmnosti s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina		Pokusná skupina		Statistická průkaznost		
	vepříci	prasničky	vepříci	prasničky	výživa	pohlaví	výživa x pohlaví
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$			
Živá hmotnost (kg)	104,4±7,94	105,8±11,72	105,9±6,64	107,4±9,41	ns	ns	ns
Denní přírůstek (g)	1160±76,6	1143±131,6	1067±116,1	1099±76,5	ns	ns	ns
Spotřeba krmiva (kg)	178,5±6,37	185±18,0	160,2±8,55	174,4±14,30	ns	0,02	ns
Konverze krmiva (kg/kg)	2,21±0,159	2,33±0,315	2,17±0,340	2,27±0,131	ns	ns	ns

Poznámka: $\bar{x}$ = aritmetický průměr; SD = směrodatná odchylka; kg = kilogram; g = gram; ns = neprůkazné

Jak uvádí tabulka č. 6, naměřené hodnoty u pokusných skupin vepříků (61,27 %) a prasniček (59,50 %) v případě podílu libového masa převyšují hodnoty naměřených u kontrolních skupin vepříků (58,87 %) a prasniček (57,49 %). Tento výsledný kvantitativní ukazatel jatečné hodnoty byl s ohledem na pohlaví statisticky průkazný (P≤0,001). Společně se zvyšující se hmotností pravé půlky JUT byly prokázány nižší hodnoty podílu libového masa u pokusné a kontrolní skupiny, podobně, jako v dřívější studii vyhodnotili Stupka a kol. (2008). Ostatní vybrané ukazatele jatečné hodnoty, v rámci sledování vlivu pohlaví a výživy nebyly shledány za statisticky průkazné.

Také Svoboda a kol. (2009) došli k závěru, že mezi pokusnými skupinami v rámci sledování podílu libové svaloviny, při zařazení řasy *Chlorella* sp. do výživy, nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly. První skupina dostávala obohacené krmivo seleničitanem sodným (výsledný podíl libového masa: 56,62 % ± 2,48), druhá skupina dostávala organický selen v podobě obohacených kvasnic (výsledný podíl libového masa: 57,67 % ± 2,38), třetí pokusné skupině byla podávaná selenem obohacená řasa *Chlorella* sp., čtvrtá skupina byla pokusná (výsledný podíl libového masa: 56,86 ± 3,07). Použití organických forem způsobuje vyšší akumulaci selenu ve svalové tkáni, než je tomu při

použití anorganické formy selenu. Mezi pokusnými skupinami nebyly zaznamenány žádné výrazné rozdíly v kvalitě svaloviny. Lze konstatovat, že selen pocházející ze selenem obohacené řasy *Chlorella* sp. vykazuje nižší akumulaci ve svalové tkáni, než Se ze selenem obohacených kvasnic, a neovlivňuje ukazatele kvality masa.

U pokusné skupiny Baňoch a kol. (2012) v souvislosti s účinky jódu neshledali žádné rozdíly v hlavních ukazatelích jatečně upravených těl v průběhu studie, při použití *Chlorella* sp. Parametry barevného spektra (L^*, a^*, b^*, C^*, h), hodnota pH a hodnota TBA-RS se mezi pokusnými skupinami nelišila. Použití vyšších dávek jódu, nijak negativně neovlivnilo kvalitu masa. To je v souladu se studiemi Meyera a kol. (2008) a Heho a kol. (2002). Podle Kaufmanna a kol. (1998) nebyly zjištěny žádné rozdíly v kvalitativních znacích masa, i když bylo zařazeno 30 mg jódu/kg v krmné dávce.

Interakce mezi vlivem pohlaví a výživou byla statisticky prokázaná pouze u ukazatele podíl kýty, a to na hladině pravděpodobnosti $P<0,019$. Vepříci (27,55 %) a prasničky (28,45 %) z pokusné skupiny vykazovali vyšší hodnoty podílu kýty, než vepříci (27,04 %) a prasničky (28,29 %) z kontrolní skupiny. Interakce mezi výživou a pohlavím nebyla u dalších vybraných ukazatelů shledána za statisticky průkaznou.

Tab. 6: Vybrané ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na pohlaví

Ukazatel	Kontrolní skupina		Pokusná skupina		Statistická průkaznost		
	vepříci	prasničky	vepříci	prasničky	výživa	pohlaví	výživa x pohlaví
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD			
Hmotnost pravé půlky JUT (kg)	39,3±3,47	40,9±3,95	40,0±2,01	40,8±3,61	ns	ns	ns
Podíl libového masa (%)	58,87±0,818	57,49±0,904	61,27±0,840	59,5±1,00	ns	<0,001	ns
Plocha MLLT (mm^2)	4231,6±483,25	4490,4±338,86	4453,2±392,94	4365,8±437,63	ns	ns	ns
Hmotnost krkovice celkem (kg)	3,1±0,45	3,1±0,23	3,2±0,11	3,0±0,29	ns	ns	ns
Hmotnost kýty celkem (kg)	10,4±1,11	11,2±1,18	10,8±0,91	11,4±1,15	ns	ns	ns
Hmotnost pečeně celkem (kg)	6,1±0,68	6,5±0,58	6,3±0,49	6,4±0,64	ns	ns	ns
Hmotnost plece celkem (kg)	5,5±0,27	5,7±0,34	5,6±0,39	5,6±0,73	ns	ns	ns
Hmotnost boku celkem (kg)	6,3±0,61	6,3±1,06	6,2±0,30	6,6±0,66	ns	ns	ns
Podíl krkovice (%)	7,97±0,713	7,95±0,592	8,11±0,453	7,59±0,601	ns	ns	ns
Podíl kýty (%)	27,04±0,833	28,29±0,695	27,55±1,066	28,45±1,038	ns	ns	0,019
Podíl pečeně (%)	31,02±1,696	30,89±1,879	29,54±1,648	29,85±1,452	ns	ns	ns
Podíl plece (%)	14,28±0,590	14,61±1,107	14,27±0,575	13,86±0,730	ns	ns	ns
Podíl boku (%)	16,39±0,997	15,84±1,603	15,86±0,637	16,57±0,845	ns	ns	ns

Poznámka: $\bar{x}$ = aritmetický průměr; SD = směrodatná odchylka; kg = kilogram; % = procento; mm^2 = milimetry čtvereční; ns = neprůkazné

6 Závěr

Z výsledků měření vyplývá, že byl u vybraných ukazatelů výkrmnosti patrný vliv pohlaví, a to u ukazatele celková spotřeba krmiva, kdy prasničky z kontrolní i pokusné skupiny dosahovaly vyšší spotřeby krmiva v porovnání s kontrolní a pokusnou skupinou vepříků. Tento ukazatel byl s ohledem na pohlaví shledán za statisticky průkazný ($P<0,02$). Celkově měla pokusná skupina nižší spotřebu krmiva, oproti kontrolní skupině. Také u ukazatelů průměrný denní přírůstek a konverze krmiva, byly zaznamenány vyšší hodnoty ve prospěch kontrolních skupin. Naopak živá hmotnost byla vyšší u vepříků a prasniček přijímajících suspenzi řasy.

Vyšší hodnoty podílu libového masa byly naměřeny u pokusných skupin vepříků a prasniček. Tento výsledný kvantitativní ukazatel jatečné hodnoty byl mezi pohlavím statisticky průkazný ($P\leq0,001$).

Vepříci, respektive prasničky z pokusné skupiny dosáhli vyššího zastoupení u vybraných ukazatelů jatečné hodnoty, kromě hmotnosti boku celkem, podílu pečeně, plece a boku, respektive podílu libového masa, hmotnosti kýty a boku celkem, podílu kýty a boku.

Interakce mezi výživou a pohlavím byla statisticky průkazná pouze u podílu kýty, a to na hladině pravděpodobnosti ($P<0,019$). Hypotéza, zdali přídavek řasy *Chlorella* má vliv na růst a utváření jatečného těla prasat nebyla z pokusu jednoznačně potvrzena, ale díky statistické průkaznosti jediného ukazatele také nebyla vyvrácena.

7 Seznam použité litratury

Agricultural Research Council (ARC). (1981). The Nutrient Requirement of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux. London.

Anon. Výživa a krmení prasat [online]. [cit. 2014-11-3]. Dostupné z <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fkatedry.czu.cz%2Fstorage%2F3376_Vyziva.pdf&ei=Rm2NVP7QJunywPC_4CYDQ&usg=AFQjCNGmmhEG48FMHJC1YgPPRgdu8ImsQ&bvm=bv.81828268,d.bGQ>.

Asghar, A., Lin, C. F., Gray, J. I., Buckley, D. J., Booren, A. M., Crackel, R. L., Flegal, C. J. (1989). Influence of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on membrane-bound lipids stability in broiler meat. British Poultry Science. 30. 815-823.

Bach Knudsen, K. E. (2001). The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. Animal Feed Science and Technology. 90. 3-20.

Bartoň, L., Bureš, D., David, L., Pulkrábek, J., Trčka, P., Vališ, L. (2013). Ročenka 2012. Výsledky klasifikace jatečně upravených těl prasat a skotu v ČR. Ministerstvo zemědělství. 71 s.

Baňoch, T., Svoboda, M., Kuta, J., Saláková, A., Fajt, Z. (2012). The effect of iodine from iodine-enriched alga *Chlorella* spp. on the pork iodine content and meat quality in finisher pigs. Acta Veterinaria Brno. 81 (4). 339-346.

Barclay, B. (1986). Microalgae Culture Collection. 1984–1985. SERI/SP. 232-2863.

Bejerholm, C., Barton-Gade, P. (1986). Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. In: 32nd European Meeting. Meat Research Workers. Ghent, Belgium. 389–391.

Borowitzka, M. A. (1999). Commercial production of microalgae: ponds, tanks, tubes and fermenters. Journal of Biotechnology. 70. 313–321.

Brewer M. S., Zhu L. G., McKeith F. K. (2001). Marbling effects on consumer quality characteristics of pork. Purchase Intent. Visual and sensory acceptability. Meat Science. 59. 153–163.

Brewer, M. S., Jensen, J., Sosnicki, A. A., Fields, B., Wilson, E., McKeith, F. K. (2002). The effect of pig genetics on palatability, colour and physical characteristics of fresh pork loin chops. Meat Science. 61. 249–256.

Brewer, M. S., Zhu, L. G., McKeith, F. K. (1999). Consumerrated quality characteristics as related to purchase intent of fresh pork. Journal of Food Science. 64. 171–174.

Bruwe, G. G., Heinze, P. H., Zondach, I. B., Naude, R. T. (1991). The development of a new classification system for pig carcasses in the RSA. Porcus. 6. 27–31.

Cameron, N. D., Warris, P. D., Porter, S. J., Enser, M. B. (1990). Comparision of Duroc and British Landrace Pigs for Meat and Eating Quality. Danish Meat Research Institute. Roskilde, Denmark. 720E.

Castillo, M., Martin-Orue, S. M., Roca, M., Manzanilla, E. G., Badiola, I., Perez, J. F., Gasa, J. (2006). The response of gastrointestinal microbiota to avilamycin, butyrate, and plant extracts in early-weaned pigs. Journal of Animal Science. 84. 2725−2734.

Cromwell, G. L., Sihombing, D. T. H., Hays, V. W. (1975). Journal of Animal Science. 41. 813-818.

Cross, H. R., Savell, J. W. (1994). What do we need for a value-based beef marketing system? Meat Science. 36. 19-27.

ČSN 46 6160. (2000). Klasifikace těl jatečných prasat. Český normalizační institut.

Daumas, G., Dhorne, T. (1996). Historique et futur du classement objectif de carcasses de porc en France. Journées de la recherche porcine en France. 28. 171-180.

De Vole, D. L., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., Novakovski, J., Shanks, R. D., Carr, T. R. (1988). Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. Journal of Animal Science. 66. 441–447.

Delange, F. (1994). The disorders induced by iodine deficiency. Thyroid. 4. 107-128.

Drochner, W., Kerler, A., Zacharias, B. (2004). Pectin in pig nutrition, a comparative review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 88. 367−380.

Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Schaefer, A. L., Kramer, J. K. G. (1997). The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. Canadian journal of animal science. 77 (4). 723-725.

Dwyer, C. M., Fletcher, J. M., Stickland, N. C. (1993). Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. Journal of Animal Science. 71 (12). 3339-3343.

Eidelsburger, U., Kirchgessner, M., Roth, F. X. (1992). Influence of fumaric-acid, hydrochloric-acid, sodium formate, tylosin and toyocerin on daily weight-gain, feed-intake, feed conversion rate and digestibility. 11. Investigations about the nutritive efficacy of organic-acids in the rearing of piglets. Journal of animal physiology and animal nutrition. 68 (2). 82-92.

Eikelenboom, G., Noviny-Bolink, A. H., Van der Wal, P. G. (1996). The eating quality of pork. 2. The influence of intramuscular fat. Fleischwirtschaft. 517–518.

Faucitano, L., Rivest, J., Daigle, J. P., Lévesque, J., Gariepy, C. (2004). Distribution of intramuscular fat content and marbling within the longissimus muscle of pigs. Canadian Journal of Animal Science. 84. 57–61.

Fernandez, X., Monin, G., Talmant, A., Mourot, J., Lebret, B. (1999). Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of *m. longissimus lumborum*. Meat Science. 53. 59–65.

Fischer, K. (2001). Fleischfehler müssen nicht sein. Fleischwirtschaft. 11. 16–21.

Flachowsky, G., Schöne, F., Jahreis, G. (2006). Iodine enrichment of food of animal origin (in German). Ernäh Umsch. 53. 17-21.

Frank, K. (1994). Measures to preserve food and feeds from bacterial damage. Übersichten zur Tierernährung. 22, 149-163.

Fredeen, H. T. (1980). Yields and dimensions of pork bellies in relation to carcass measurements. Journal of Animal Science. 51. 59-68.

Fredeen, H. T., Weiss, G. M. (1981). Comparison of techniques for evaluating lean content of hog carcasses. Canadian Journal of Animal Science. 61. 319-333.

Gálfi, P. a Bokori, J. (1990). Feeding trial in pigs with a diet containing sodium n-butyrate. Acta Veterinaria Hungarica. 38. 3-17.

Gibson, J. P., Vandervoort, G. (1999). Grading equations to predict carcass lean yield and carcass wholesale value. Report to Ontario Pork. University of Guelph. Guelph. 7.

Gonzalez, J., Soler, J., Gispert, M., Puigvert, X., Tibau, J. (2001). Chemical composition of pig carcasses. Effects of body weight, sex and genotype. ITEA. 661–663.

Göransson, A., Seth, G., Tornberg, E. (1992). The influence of intramuscular fat content on the eating quality of pork. In: 38th International Congress of Meat Science Technology. Clermon Ferrand, France. 245–248.

Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K. D., McKeith, F. K., Parrett, D. F. (2000). The effect of the halothane and rendement napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. Journal of Animal Science. 7. 2862–2867.

Han, J. G., Kang, G. G., Kim J. K., Kim S. H. 2002. The present status and future of *Chlorella*. Food Science and Technology India. 6. 64-69.

He, M. L., Hollwich, W., Rambeck, W. A. (2002). Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 86 (3-4). 97-104.

Herzig, I., Trávníček, J., Kursa, V., Kroupová, J., Řezníček, I. (2007). Content of iodine in broiler meat. Acta Veterinaria Brno. 76. 137-141.

Christaki, E., Karatzia, M., Florou-Paneri, P. (2010). The use of algae in animal nutrition. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. 61 (3). 267-276.

Illman, A. M., Scragg, A. H., Shales, S. W. (2000). Increase in *Chlorella* strains calorific values when grown in low nitrogen medium. Enzyme and Microbial Technology. 27. 631–635.

Janczyk, P. (2005). Evaluation of nutritional value and activity of green microalgae *Chlorella vulgaris* in rats and mice. Dissertation, Mensch und Buch Verlag. Berlin. Dostupné z <http://www.diss.fu-berlin.de/2006/154/>.

Janczyk, P., Halle, I., Souffrant, W. B. (2009). Microbial community composition of the crop and ceca contents of laying hens fed diets supplemented with *Chlorella vulgaris*. Poultry Science. 88. 2324−2332.

Johnson, R. K., Berg, E. P., Goodwin, R., Mabry, J. W., Miller, R. K., Robison, O. W. (2004). Evaluation of procedures to predict fat-free lean in swine carcasses. Journal of Animal Science. 82. 2428-2441.

Jongbloed, A. W., Jongbloed, R. (1996). The Effect of Organic Acids in Diets for Growing Pigs on Enhancement of Microbial Phytase Efficacy. ID-DLO Report no. 96009. Lelystad, The Netherlands: Insitute for Animal Science and Health.

Justo, G. Z., Silva, M. R., Queiroz, M. L. S. (2001). Effects of the green algae *Chlorella vulgaris* on the response of the host hematopoietic system to intraperitoneal Ehrlich ascites tumor transplantation in mice. Immunopharmacology and Immunotoxicology. 23. 119-132.

Kadukowa, J., Vircikova, E. (2005). Comparison of differences between copper bioaccumulation and biosorption. Environment International. 31. 227–232.

Kalina, T. (1994). Systém a vývoj sinic a řas. Karolinum. Praha. 165 s. ISBN: 80-7066-854-7.

Kalina, T., Váňa, J. (2005). Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Karolinum. Praha. 608 s. ISBN: 80-246-1036-1.

Kamphues, J., Schneider, D., Leibetseder, J. (1999). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernähung. Verlag M. & H. Schaper. Alfeld - Hannover.

Kaufmann, S., Wolfram, G., Delange, F., Rambeck, W. A. (1998). Iodine supplementation of laying hen feed: a supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans? Zeitschrift für Ernahrungswissenschaft. 37. 288-293.

Keijiro, U. (2011). Method for producing *Chlorella* fermented food. United States Patent. Patent No.: US 7,914,832 B2.

Kemme, P. A., Jongbloed, A. W., Mroz, Z., Ma Ekinen, M. (1995). Apparent ileal amino acid digestibility in pigs as affected by phytate, microbial phytase, and lactic acid. Journal of Animal Science. 73 (1). 173.

Kirchgessner, M., Roth, F. X. (1980). Digestibility and balance of protein, energy and some minerals in piglets given supplements of fumaric acid. Zeitschrift für Tierphysiologie. Tierernährung und Futtermittelkunde. 44. 239-246.

Konishi, F., Tanaka, K., Kumamoto, S., Hasegawa, T., Okuda, M., Yano, I., Yoshikai, Y., Nomoto, K. (1990). Enhanced resistance against *Escherichia coli* infection by subcutaneous administration of hot-water exctract of *Chlorella vulgaris* in cyclophosphamide-treated mice. Cancer Immunology and Immunotherapy. 32. 1-7.

Kotrbáček, V., Doucha, J., Offenbartl, T. (2004). Use of *Chlorella* as a carrier of organic-bound iodine in the nutrition of sows. Czech Academy of Agricultural Sciences. 49. 28-32.

Kotrbáček, V., Halouzka, R., Jurajda, V., Knotková, Z., Filka, J. (1994). Zvýšení obranyschopnosti brojlerů po podávání biologických krmných doplňků. Veterinarni Medicina. 39. 321-328.

Kotwal, A., Priya, R., Quadeer, I. (2007). Goiter and other iodine deficiency disorders: a systematic review of epidemiological studies to deconstruct the complex web. Archives of Medical Research. 38. 1-14.

Kubát, K., Kováč, J., Urban, Z., Kalina, T., Kubátová, D., Prach, K. (2003). Botanika. 2. vyd. Scientia. Praha. 231 s. ISBN: 80-7183-266-9.

Lád, F. (2004). Výživa a krmení prasat ve výkrmu. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 32 s. ISBN: 80-7271-144-X.

Lallès, J. P., Bosi, P., Janczyk, P., Koopmans, S. J., Torrallardona, D. (2009). Impact of bioactive substances on the gastrointestinal tract and performance of weaned piglets: a review. Animal. 3 (12). 1625−1643.

Lebret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. Animal. 2. 1548–1558.

Li, Y., Horsman, M., Wu, N., Lan, C. Q., Dubois-Calero, N. (2008a). Biofuels from microalgae. Biotechnology Progress. 24. 815–820.

Li, Y., Wang, B., Wu, N., Lan, C. Q. (2008b). Effects of nitrogen sources on cell growth and lipid production of Neochloris oleoabundans. Applied Microbiology and Biotechnology. 81. 629–636.

Lin, Y. C. (1969). The supplementary effect of algae on the nutritive value of soybean milk. Journal of the Formosan Medical Association. 68. 15-21.

Lipstein, B., Hurwitz, S. (1980). The nutritional value of algae for poultry dried *Chlorella* in broiler diets. British Poultry Science. 21. 9–21.

Lubitz, J. A. (1963). The protein quality, digestibility, and composition of micro-algae, *Chlorella* 71105. Journal of Food Science. 28. 229–232.

Meyer, U., Weigel, K., Schöne, F., Leiterer, M., Flachowsky, G. (2008). Effect of dietary iodine on growth and iodine status of growing fattening bulls. Livestock Science. 115. 219-225.

Mosenthin, R., Sauer, W. C., Ahrens, F., de Lange, C. F. M, Bornholdt, U. (1992). Effect of dietary supplements of propionic acid, siliceous earth or a combination of these on the energy, protein and amino acid digestibilities and concentrations of microbial metabolites in the digestive tract of growing pigs. Animal Feed Science and Technology. 37. 245-255.

Mroz, Z., Jongbloed, A. W., Partanen, K., van Diepen, J. ThM., Kemme, P. A., Kogut, J. (1997). Apparent digestibility of amino acids and balance of nitrogen and minerals as influenced by buffering capacity and organic acids in diets for growing swine. Journal of Animal Science. 75 (1). 185.

Muller-Feuga, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. Journal of Applied Phycology. 12. 527–534.

National Research Council (NRC). (1988). Nutrient Requirements of Swine. The 9th Edition. National Academy Press. Washington DC.

National Research Council (NRC). (1998). Nutrient Requirements of Swine. The 10th Edition. National Academy Press. Washington DC.

Noda, K., Ohno, N., Tanaka, K., Kamiya, N., Okuda, M., Yadomae, T., Nomoto, K., Shoyama, Y. (1996). A watersoluble antitumor glycoprotein from *Chlorella vulgaris*. Planta Medica. 62. 423−426.

Okrouhlá, M., Stupka, R., Čítek, J., Šprysl, M., Kluzáková, E., Trnka, M., Štolc, L. (2006). Amino acid composition of pig meat in relation to live weight and sex. Czech Journal of Animal Science. 51. 529–534.

Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P. (2002). Základy výživy. 1 ed. Svoboda Servis. Praha. 208 s. ISBN 80-86320-23-5.

Perez, C., de Castro, R., Font i Furnols, M. (2009). The pork industry: a supply chain perspective. British Food Journal. 111 (3). 257–274.

Phang, S. M. (1992). Role of algae in livestock-fish integrated farming system. Proceedings of the FAO/IPT Workshop on Integrated Livestock-Fish Production System (Ed. T. K. Mukherjee, P. S. Moi, J. M. Panandam and Y. S. Yang). 16-20 Dec., 1991. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. 49-56.

Pomar, C., Marcoux, M. (2003). Comparing the Canadian pork lean yields and grading indexes predicted from grading methods based on Destron and Hennessy probe measurements. Canadian Journal of Animal Science. 83. 451-458.

Pulkrábek, J. (2001). Zajištění objektivního zpeněžení prasat systémem SEUROP - kontrolní mechanismy. Aktuální problémy chovu prasat. ČZU Praha. 14-20.

Pulkrábek, J., Pavlík, J., Smital, J. (1999). Progressive tendency of lean-meat percentage in carcasses of pigs in the Czech Republic. Scientia Agriculturae Bohemica. 30. 231–237.

Rania, M. A., Hala, M. T. (2008). Antibacterial and antifungal aktivity of cyanobacteria and green microalgae. Evaluation of medium components by placket-burman design for antimicrobial activity of Spirulina platensis. Global Journal of Biotechnology and Biochemistry. 3. 22-31.

Richmond, A. (2004). Handbook of microalgal culture: Biotechnology and Applied Phycology. Blackwell Science, Oxford. 566 s. ISBN 0–632–05953–2.

Rodrigues Lobo, A., Mancini Filho, J., Alvares, E. P., Cocato, M. L., Colli, C. (2009). Effects of dietary lipid composition and inulin-type fructans on mineral bioavailability in growing rats. Nutrition. 25. 216−225.

Rotkovská, D., Vacek, A., Bartoníčková, A. (1989). The radioprotective effects of aqueous extract from chlorococcal freshwater algae (*Chlorella kessleri*) in mice and rats. Strahlentherapie und Onkologie. 165. 813–816.

SAS® Propriety Software Release 6.04, of the SAS® system for Microsoft® Windows®. SAS Institute Inc., Cary, NC. 2001.

Sencic, D., Antunovic, Z., Kanisek, J., Speranda, M. (2005). Fattening, meatness and economic efficiency of fattening pigs. Acta Veterinaria (Beograd). 55 (4). 327-334.

Sheih, I. Ch., Wu, T. K., Fang, T. J. (2009). Antioxidant properties of a new antioxidative peptide from algae protein waste hydrolysate in different oxidation systems. Bioresource Technology. 100. 3419–3425.

Schöne, F. (1999). Iodine deficiency, iodine requirement and iodine excess in farm animals - experiments in growing pigs. Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift. 112. 64-70.

Smolák, M., Ivánek, J. (1992). Zásady pro testaci zahraničních hybridizačních programů v chovu prasat v podmínkách České republiky. Praha. 4.

Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering. 101. 87–96.

Stoier, S., Olsen, E. V., Magnussen, C. C. (1998). Influence of cross-breeding combination and intramuscular fat content on eating quality of pork. Proceedings 44th International Congres of Meat Science and Technology. Sweden. 906–907.

Stupka, R., Čítek, J., Šprysl, M., Okrouhlá, M., Kureš, D., Líkař, K. (2008). Effect of weight and sex on intramuscular fat amounts in relation to the formation of selected carcass cuts in pigs. Czech Journal of Animal Science. 53 (12). 506-514.

Stupka R., Šprysl M., Matoušek V., Čítek J., Kernerová N. (2009a). Tests of the pig population - station tests. methodology. Czech University of Life Sciences Prague. 15–21.

Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. (2009b). Základy chovu prasat. PowerPrint. Praha. 180 s. ISBN: 978-80-904011-2-9.

Svoboda, M., Saláková, A., Fajt, Z., Kotrbáček, V., Ficek, R., Drábek, J. (2009). Efficacy of Se-enriched alga *Chlorella* spp. and Se-enriched yeast on tissue selenium retention and carcass characteristics in finisher pigs. Acta Veterinaria Brno. 78 (4). 579-587.

Tanaka, K., Koga, T., Konishi, F., Nakamura, M., Mitsuyama, M., Himeno, K., Nomoto, K. (1986). Augmentation of host defense by unicellular green algae, *Chlorella vulgaris*, to *Escherichia coli* infection. Infection and Immunity. 53. 267−271.

Tanaka, K., Konishi, F., Himeno, K., Taniguchi, K., Nomoto, K. (1984). Augmentation of antitumor resistance by a strain of unicellular green algae, *Chlorella vulgaris*. Cancer Immunology and Immunotherapy. 17. 90−94.

Taranu, I., Marin, D. E., Untea, A., Janczyk, P., Motiu, M., Criste, R. D., Souffrant, W. B. (2012). Effect of dietary natural supplements on immune response and mineral bioavailability in piglets after weaning. Czech Journal of Animal Science. 57 (7). 332-343.

Terada, A., Hara, H., Mitsuoka, T. (1995). Effect of dietary alginate on the faecal microbiota and faecal metabolic activity in humans. Microbial Ecology in Health Disease. 8. 259−266.

Thacker, P. A, Campbell, G. L., Groot Wassink, J. (1992). The effect of organic acids and enzyme supplementation on the performance of pigs fed barley-based diets. Canadian Journal of Animal Science. 72. 395-402.

Thacker, P. A., Bowland, J. P. (1980). Influence of graded levels of dietary propionic acid on performance and carcass traits of swine fed diets supplemented with soybean meal or canola meal. Canadian Journal of Animal Science. 60. 971-978.

Thacker, P. A., Bowland, J. P. (1981). Effects of vitamin B_{12} on performance and carcass traits of pigs fed diets supplemented with propionic acid or calcium propionate. Canadian Journal of Animal Science. 61. 775-782.

Thacker, P. A., Salomons, M. O., Aherne, F. X., Milligan, L. P., Bowland, J. P. (1981). Influence of propionic acid on the cholesterol metabolism of pigs fed hypercholesterolemic diets. Canadian Journal of Animal Science. 61. 969-975.

Tibau, J., Gonzalez, J., Soler, J., Gisper, M., Lizardo, R., Mourot, J. (2002). Influence of pig slaughter weight (range 25 to 140 kg) on the chemical composition of the carcass: effect of genotype and sex. 34 Journal de la Recherche Porcine. Paris, France. 121–127.

Verbeke, W., van Oeckel, M. J., Warnants, N., Visené, J., Boucqué, Ch. V. (1999). Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. Meat Science. 53. 77–99.

Vrchlabský, J., Palásek, J. (1992). Objektivizace třídění jatečných těl zvířat. VÚVL. Brno.

Whittemore, C. T., Kyriazakis, I. (2006). Whittemore's science and practice of pig production. Blackwell. London. 685 s. ISBN-10: 1-4051-2448-2.

Willam, A., Moser, A., Haiger, A. (1990). Grobgewebliche Zusammensetzung von Schweinehälften und Teilstücken. Forderungsdienst. 10. 302–305.

Wood J. D., Nute, G. R., Richardson, R. I., Whittington, F. M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, R., Costa, N., Chány, K. C. (2004). Effect of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. Meat Science. 651–667.

Wood, J. D. (1990). Consequences for Meat Quality of Reducing Carcass Fatness. Reducing Fat in Meat Animals. Elsevier Applied Science. London, UK. 334–397.

Yan, L., Lim, S. U., Kim, I. H. (2012). Effect of fermented *Chlorella* supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 25 (12). 1742-1747.

Yasukawa, K., Akihisa, T., Kanno, H., Kaminaga, T., Izumida, M., Sakoh, T., Tamura, T., Takido, M. (1996). Inhibitory effects of sterols isolated from *Chlorella vulgaris* on 12-0 tetradecanoylphorbol-13-acetateinduced inflammation and tumor promotion in mouse skin. Biological & Pharmaceutical Bulletin. 19. 573−576.

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. 132. 202-211.

Zheng, L. S. T. Oh, Jeon J. Y., Moon, B. H., Kwon, H. S., Lim, S. U., An, B. K., Kang, C. W. (2012). The dietary effects of fermented *Chlorella vulgaris* (CBT) on production performance, liver lipids and intestinal microflora in laying hens. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 25. 261-266.

8 Seznam použitých zkratek

a^* - podíl červeného spektra

ARC - Agricultural Research Council

b* - podíl žlutého spektra

B_6 - pyridoxin

C^* - sytost

C. vulgaris - *Chlorella vulgaris*

Ca - vápník

cca - cirka

Cl - chlór

Cl^- - anion chloridový

Co - kobalt

Cu - měď

ČSN - Česká technická norma

E. coli - *Escherichia coli*

Fe - železo

h - odstínový úhel

I - jód

IgG - imunoglobulin G

JUT - jatečně upravené tělo

K - draslík

K^+ - iont draslíku

KD - krmná dávka

kg - kilogram

KI - jodid draselný

KS - krmná směs

L^* - parametr světlosti

Lys - lysin

m. - *musculus*

ME - metabolizovaná energie

Met - methionin

mg - miligram

Mg - hořčík

Mn - mangan

Na - sodík

NRC - National Research Council

P - fosfor

S - síra

Se - selen

SEUROP (SEUROP - systém) - způsob klasifikace JUT

TBA-RS - thiobarbituric acid reactive substances

Thr - threonin

Trp - tryptofan

Zn - zinek

9 Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Postavení řasy rodu *Chlorella* v systému ..... **10 str.**

Tabulka 2: SEUROP - systém ..... **17 str.**

Tabulka 3: Doporučené poměry limitujících aminokyselin s ohledem na jednotlivé kategorie prasat ..... **19 str.**

Tabulka 4: Koncentrace prvků v těle prasat ..... **20 str.**

Tabulka 5: Vybrané ukazatele výkrmnosti s ohledem na pohlaví ..... **30 str.**

Tabulka 6: Vybrané ukazatele jatečné hodnoty s ohledem na pohlaví ..... **32 str.**

Graf 1: Průměrná denní spotřeba krmiva (kg) ..... **26 str.**

Graf 2: Průměrný denní přírůstek (g) ..... **27 str.**

Graf 3: Růst prasat (kg) ..... **28 str.**

Graf 4: Konverze krmiva (kg/kg) ..... **29 str.**