

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra speciální zootechniky**



**Úloha zařazení vitamínů skupiny B a C  
do krmné dávky u prasat**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Iveta Hrkotová**

**Obor studia: Živočišná produkce**

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

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Úloha zařazení vitamínů skupiny B a C do krmné dávky u prasat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2017

---

Iveta Hrkotová

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí Ing. Monice Okrouhlé, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce.

# Úloha zařazení vitamínů skupiny B a C do krmné dávky u prasat

## Souhrn

V současné době se na trhu objevují mnohé krmné směsi i doplňkové krmné směsi, které obsahují vitamíny a minerály v doporučením množství, aby pokryly nároky na výživu.

Vitamíny ve výživě prasat hrají důležitou roli, neboť při jejich nedostatku dochází k poruchám, které výrazně ovlivňují nejen reprodukci, ale i produkci. Jestliže je vitamín krátkodobě v nedostatku, dochází k negativnímu ovlivnění užitkovosti a produkce. Avšak nachází-li se vitamín dlouhodobě v nedostatku či chybí úplně, dochází k závažným nemocem, které způsobují pro chov velké ekonomické ztráty. Proto je nutné dbát na dostatečný příjem vitamínů ve výživě prasat.

Cílem této bakalářské práce bylo ze získaných literárních materiálů sepsat ucelené informace o problematice úlohy vitamínů skupiny B a C v krmné dávce prasat a vliv na reprodukční a produkční užitkové vlastnosti. Úloha všech vitamínů je ve výživě prasat velmi důležitá a často jsou jednotlivé vitamíny na sebe navzájem závislé svými účinky.

Nedostatek vitamínu B v reprodukci nejčastěji způsobuje zhoršenou životaschopnost embryí, prodlužování intervalu mezi říjemi a v některých případech může docházet k abnormalitám v růstu selat během nitroděložního vývoje. Absence tohoto vitamínu se v produkci projevuje velmi často úbytkem hmotnosti, nižší konverzí krmiva, zhoršeným metabolismem tuků. Niacin (vitamín B3) ovlivňuje vady masa DFD.

Vitamín C (kyselina L-askorbová) v reprodukci ovlivňuje kvalitu spermatu u kanců a snižuje negativní dopady tepelného stresu. U selat je důležitým zlepšovatelem ve vstřebávání železa. Při podávání vitamínu C současně s vitamínem E po celou dobu březosti, byl prokázán vliv na velikost vrhu. U produkce má vliv na celkový růst, snížení žloutnutí masa při měření hodnot v L\* a b\* systému, snížení četnosti vady PSE a zlepšení antioxidačních účinků v mase, současně s vitamínem E.

**Klíčová slova:** prase, vitamín B, vitamín C, krmná dávka, užitkovost, reprodukce, produkce

# The role of the inclusion of vitamins B and C in the diet of pigs

## Summary

Currently on the market there are a lot of compound feed and feed additive mixtures which contain vitamins and minerals in the recommended amounts to cover nutritional requirements.

Vitamins in the diet of pigs play an important role, because their lack leads to disorders that significantly affect not only reproduction, but also production. If the short-vitamin deficiency has a negative influence on performance and production. However, when found in the long-term vitamin deficiency or entirely absent, there is a serious disease that causes breeding great economic losses. Therefore, it is necessary to ensure sufficient intake of the vitamin in the diet of pigs.

The aim of this work was obtained from literary materials to write comprehensive information on the issue of the role of vitamin B and C in the diet of pigs and impact on reproductive and productive commercial properties. The role of vitamins in pig nutrition is very important, and often the individual vitamins depend on each other in their effects.

Lack of vitamin B in the reproduction often causes impaired embryo viability, lengthening the interval between estrus and in some cases can lead to abnormalities in growth of the piglets during intrauterine development. The absence of this vitamin in the production very often manifests weight loss, lower feed conversion, impaired fat metabolism. Niacin (vitamin B3) affects defects DFD meat.

Vitamin C (L-ascorbic acid) in the reproduction affects sperm quality in male pigs and reduces the negative effects of heat stress. In piglets is an important innovator in the absorption of iron. When administered together with vitamin C, vitamin E throughout pregnancy, it has been shown to affect litter size. For production affects the overall growth, reducing yellowing of meat at the measurement values in the L \* a \* b system, reduce the frequency of defects of the PSE and improving antioxidant effects in meats, when co-administered with vitamin E.

**Keywords:** pig, vitamin B, vitamin C, ration, reproduction, performance

# Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Úvod</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>2. Cíl práce a hypotéza</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>3. Literární přehled</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>3.1 Vitamíny</b> .....  | <b>3</b>  |
| 3.1.1 Vitamíny rozpustné v tucích .....  | 3         |
| 3.1.1.1 Vitamín A.....   | 4         |
| 3.1.1.2 Vitamín D.....   | 4         |
| 3.1.1.3 Vitamín E .....  | 5         |
| 3.1.1.4 Vitamín K .....  | 5         |
| 3.1.2 Vitamíny rozpustné ve vodě .....   | 6         |
| 3.1.2.1 Vitamíny skupiny B.....  | 6         |
| 3.1.2.2 Vitamín H.....   | 9         |
| 3.1.2.3 Vitamín C.....   | 10        |
| <b>3.2 Fyziologie trávení</b> .....  | <b>10</b> |
| 3.2.1 Vstřebávání vitamínů .....   | 11        |
| <b>3.3 Reprodukce prasat</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>3.4 Produkce prasat</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>3.5 Úloha vitamínů v reprodukční užitkovosti</b> .....                        | <b>12</b> |
| 3.5.1 Vitamíny rozpustné v tucích a jejich úloha v reprodukční užitkovosti ..... | 13        |
| 3.5.1.1 Vitamín A.....   | 13        |
| 3.5.1.2 Vitamín D.....   | 13        |
| 3.5.1.3 Vitamín E .....  | 14        |
| 3.5.2 Vitamíny rozpustné ve vodě a jejich úloha v reprodukční užitkovosti .....  | 15        |
| 3.5.2.1 Vitamín C.....   | 15        |
| 3.5.2.2 Vitamíny skupiny B.....  | 19        |
| 3.5.3 Úloha vitamínů na produkční užitkovost .....                               | 20        |
| 3.5.4 Vitamíny rozpustné v tucích a jejich úloha produkční užitkovost .....      | 20        |
| 3.5.5 Vitamíny rozpustné ve vodě a jejich úloha v produkční užitkovosti .....    | 21        |
| 3.5.5.1 Vitamíny skupiny B.....  | 21        |
| 3.5.5.2 Vitamín H.....   | 23        |
| 3.5.5.3 Vitamín C.....   | 23        |
| <b>4. Závěr</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>5. Seznam literatury</b> .....  | <b>27</b> |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>6. Seznam tabulek.....</b> | <b>34</b> |
| <b>7. Seznam zkratek.....</b> | <b>35</b> |

# 1. Úvod

Chov prasat je celosvětově velmi významné odvětví v zemědělství. V České republice se jedná o dlouholetou tradici v odvětví živočišné výroby. Hlavním cílem je především vynikající reprodukce prasat a také produkce kvalitního masa. Prasata se řadí svou dosahovanou užitkovostí mezi nejvýkonnější hospodářská zvířata. Důležité vlastnosti, díky kterým se chov prasat řadí mezi nejrentabilnější ze živočišné výroby vůbec jsou: výborná plodnost, ranost, mléčnost, krátká březost, četnost vrhů a příznivá jatečná výtěžnost. Vepřové maso je nejoblíbenější, v ČR ročně se ho spotřebuje přibližně 40,7 kg na obyvatele, což představuje asi 41 % z celkové spotřeby masa.

Celosvětově stoupající spotřeba vepřového masa vede ke snaze zvýšení reprodukční užitkové výkonnosti prasat, ovšem otázkou je, kdy se dosáhne fyziologického a biologického maxima a nebude možnost hranice dále posouvat.

V posledních letech došlo právě v oblasti chovu prasat k velkým změnám, a to nejen tím, že se zpracovaly poznatky z oblasti technologie výživy a welfare. Především z hlediska pohody zvířat došlo ke změnám v technologii ustájení.

Veřejně se diskutuje o zlepšování životních podmínek prasat a tím i pohody zvířat. Za každým pokrokem v užitkovosti a produkci stojí široká základna vědců, zemědělských inženýrů, poradců, genetiků, manažerů chovů, zootechniků a farmářů.

Reprodukce a produkční užitkovost jsou nejdůležitějšími částmi chovu, zajišťují a ovlivňují ekonomiku chovu. Jedním z intenzifikačních prostředků těchto faktorů jsou vitamínová aditiva. Vitamíny sehrávají obecně ve všech organizmech nezastupitelné funkce. Jejich nedostatek či nadbytek se vždy projeví snížením užitkovosti, což je velmi nežádoucí.



## **2. Cíl práce a hypotéza**

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit ucelené informace o úloze vitamínů skupiny B a C v krmné dávce prasat.

Hypotéza:

Předpokládáme, že zařazení vitamínů skupiny B a C bude mít vliv na reprodukční a produkční ukazatele užitkovosti.

# 3. Literární přehled

## 3.1 Vitamíny

Pulkrábek et al. (2005) zahrnuje pod pojem vitamíny ty látky, které podobně jako hormony a enzymy působí v organismu jako biokatalyzátory – urychlují a usměrňují metabolické procesy a mají velmi často pro organismus zásadní význam.

Hlavním zdrojem vitamínů je krmná dávka, tedy jednotlivá krmiva, i když některé vitamíny se syntetizují v trávicím traktu činností mikroorganismů. Nedostatek se nemusí vždy projevovat klinickými příznaky (avitaminóza), a i tak může absence organismus negativně ovlivňovat. V chovu prasat je velký význam vitamínů kladen na produkční a reprodukční schopnost.

Nedostatek vitamínu vždy negativně ovlivňuje organismus. U nedostatku je třeba rozlišovat dva typy. Avitaminóza, kdy vitamín chybí úplně a způsobuje typický průběh onemocnění. A hypovitaminóza, při které je vitamín v organismu se sníženou hodnotou. V tomto případě dochází k negativnímu ovlivnění užitkovosti a produkce. Nejčastější ovlivnění vitamíny se ukazuje u růstu a reprodukci prasat (Šimeček et al., 2000).

Zeman et al. (2006) definuje vitamíny jako organické složky potravy nezbytné pro život, zdraví a růst. Vitamíny nejsou zdrojem energie. Provitamíny charakterizuje jako látky, které nemají biologickou aktivitu vitamínů, avšak organismus je schopný z nich dané vitamíny vyrobit.

Každý vitamín plní v těle speciální úlohu, která nemůže být jiným vitamínem stejnou měrou nahrazena. Vitamíny užívané ve výživě prasat jsou vyráběny s využitím mikrobiologických a chemických postupů. Odpovídají přirozeným vitamínům a mají i stejnou účinnost. Do krmných směsí jsou nadávkovány v nepatrném množství (v miligramech či mikrogramech, a to díky doplňků biofaktorů, vitamíno-minerálních směsí či premixů krmných dávek (Kodeš et al., 2001).

Dle Šimečka et al. (2000) se vitamíny rozdělují na rozpustné v tucích (lipofilní) a rozpustné ve vodě (hydrofilní).

### 3.1.1 Vitamíny rozpustné v tucích

Mezi vitamíny rozpustné v tucích patří vitamíny A, D, E, K.

Vitamín A (retinol v těle vyšších organismů vzniká z  $\beta$ -karotenu enzymovým oxidačním štěpením. Řadí se mezi isoprenoidy. Nedostatek způsobuje zpomalení růstu, šeroslepost a průnik lokálních infekcí. Vitamín D (kalciferol) se řadí mezi steroidní látky, podporuje resorpci Ca iontů a ovlivňuje metabolismus kostí. Nedostatek způsobuje měknutí kostí, opožděnou osifikaci a nadbytek způsobuje lámavost kostí. Vitamín E (tokoferol) ovlivňuje plodnost. Vitamín K ovlivňuje srážení krve (NRC, 2012).

### **3.1.1.1 Vitamín A**

Vitamín A (retinol) je velmi důležitý především pro zrak, dále pak pro správnou reprodukci, růst a udržování správné diferenciacie epitelů. Vitamín je přítomen v živočišných tkáních, vejcích a plnotučném mléce, oproti tomu v rostlinných produktech jsou přítomny pouze prekurzory, které jsou za daných podmínek aktivovány ve střevech nebo játrech za vzniku retinolu. Přírodní vitamín A i syntetické analogy retinolu jsou běžně označovány jako retinoidy (NRC of Swine, 2012).

U prasat je přeměna karotenoidů prekurzory vitamínu A méně účinná, převod především ve střevní sliznici.

Prasata jsou schopná vitamín A ukládat v játrech, tím je vitamín k dispozici během období s nižším příjmem tohoto vitamínu. Požadavky na vitamín A jsou závislé na hodnocených kritériích, například přírůstek hmotnosti je méně citlivý, než skladování v játrech nebo hladiny v krevní plasmě (NRC, 2012).

Nedostatek vitamínu snižuje nárůst hmotnosti a skladování v játrech, způsobuje nekoordinovanost, ochrnutí zadních končetin a případný třes, slepotu, zvyšuje mozkomíšní tlak a snižuje jeho plazmatickou úroveň.

Velký nedostatek způsobuje zdrsňenou srst, šupinatou kůži, citlivost na dotek. Možné je i krvácení z prasklin na špárcích. Někdy se objeví krev v moči a výkalech (Anderson et al., 1966).

Zdroje vitamínu A jsou: rybí tuk, vaječný žloutek, zelené rostliny (zdroj  $\beta$ -karotenu) a mléčný tuk.

### **3.1.1.2 Vitamín D**

Vitamín D (kalciferol) patří mezi steroidní látky, které se odvozují od steranu či gonanu. U živočichů má funkci podpory vstřebávání vápníku. Vitamín D a jeho hormonální

metabolity působí na buňky sliznice tenkého střeva, buňky tvoří vazebné proteiny, které dále usnadňují absorpci vápníku a mají vliv i na vstřebávání hořčíku a fosforu. Působením metabolitů vitamínu D společně s parathormonem a kalcitoninem pomáhá udržovat homeostázu vápníku a fosforu (NRC, 2012).

Nedostatek vitamínu způsobuje poruchu ve vstřebávání vápníku a fosforu, která je pak výsledkem nedostatečné kalcifikace kostí. U mladých, rostoucích prasat vede nedostatek k výskytu rachitis, zatím co u starších prasat způsobuje osteomalicii. Při závažném nedostatku může, vlivem extrémního snížení hladiny hořčíku, dojít až k tetanii.

Zdroje vitamínu D jsou: olej z tresčích jater (obecně rybí tuk), vaječné žloutky, mléko, sluneční záření.

### **3.1.1.3 Vitamín E**

Vitamín E (tokoferol) je směsí derivátů tokotrienolu a tokoferolů. Patří mezi nejdůležitější lipofilní antioxidační látky. Biologicky neúčinnější je forma  $\alpha$ - tokoferolu, která je antioxidační látkou membrán, jelikož struktura je lipofilní. Ochranná funkce spočívá především, v tom že při peroxidaci lipidů přeměňuje složité radikály na hydroperoxydy, se kterými si následně poradí speciální peroxidázy. Dochází k zneškodnění proxylových radikálů mastných kyselin, než by stihly útočit na zdravé lipidy. Při této akci se tokoferol mění na tokoferolový radikál, který je stabilnější (Štípek et kol., 2000).

Vitamín E chrání buňky před oxidačním stresem, pomáhá tedy zpomalovat účinky stárnutí. Také zlepšuje hojení ran, působí velmi pozitivně na tvorbu pohlavních buněk a zvyšuje plodnost (Opletal a Skřivanová, 2010).

Doplnění vitamínu je důležité především v období růstu hospodářských zvířat, proto se nutriční deficit může vyskytovat častěji u mladších jedinců (Chan et al., 1979).

Úloha vitamínu E je velmi významná v reprodukci prasat, protože zvyšuje celkový objem a koncentraci spermií u kanců (Brzezinska – Slebodzinska et al., 1995).

Zdroje vitamínu E jsou: zelenina, ovoce, za studena lisované oleje, obilné klíčky, ořechy, celozrnné obiloviny, luštěniny.

### **3.1.1.4 Vitamín K**

Jak uvádí Stupka et al. (2009), vitamín K je derivát naftochinonu, který když je v nedostatku, tak zpomaluje srážení krve nebo spouští vnitřní krvácení převážně v trávicí

soustavě. Zpomalováním biosyntézy protrombinu, který se uplatňuje při tvorbě krevního koláče, dochází ke snížení srážlivosti krve.

Proteiny, které pomáhají srážet krev, se syntetizují v játrech jako neaktivní prekurzory. Až účinek vitamínu K je převádí do biologicky aktivních forem (Suttie a Jackson, 1977; Suttie, 1980).

Nedostatek tohoto vitamínu má za následek zpomalené srážení krve a tím tedy i delší dobu krvácení.

Kromě své role při srážení krve existují i důkazy, že vitamín K- dependentní protein a peptidy se mohou podílet na metabolismu vápníku (Suttie, 1980; Kormann and Weiser, 1984).

Dle Halla et al. (1991) může nadbytek vápníku zvýšit požadavek na vitamín K. Jaterní zásoba tohoto vitamínu může být velmi rychle vyčerpána, a to i za krátkou dobu.

Zdroje vitamínu K jsou: zelenina – především listová, žloutek, olej ze sójových bobů, chaluha.

### 3.1.2 Vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamíny rozpustné ve vodě jsou zastoupeny vitamínem C a vitamíny skupiny B. Jedná se o vitamíny, které nemohou být uloženy v organismu, proto je třeba je dodávat častěji. Jsou přenášeny krví a rychle vylučovány ledvinami (Šimeček et al., 2000).

#### 3.1.2.1 Vitamíny skupiny B

Je to skupina jednotlivých vitamínů, která má mnoho společného, proto je označována jako B-komplex. Pocházejí většinou ze stejného zdroje (např. jater, celozrnného obilí, jsou syntetizovány bakteriemi ve střevech) a působí společně (NRC, 2012).

**B<sub>1</sub> (thiamin)** se skládá ze substituovaných jader pyrimidinu a thiazolu spojených methylenovým můstkem. Vyskytuje se v biologicky aktivní formě jako thiamin-difosfát. K přeměně je zapotřebí ATP. Tento vitamín je nezbytný pro odbourávání všech živin, zejména sacharidů. Thiamin se vylučuje v moči a částečně v žaludeční šťávě, pravděpodobně difuzí. K vylučování nedochází, je-li denní příjem potravy nepřiměřený nebo je-li v krmivu nedostatek tohoto vitamínu. Pokud příjem potravy přesáhne požadované denní množství, tělesné zásoby se obnoví a přebytek je eliminován v moči ve formě pyrimidinu nebo tiaminu. Thiamin je

přítomen v mnoha potravinách rostlinného i živočišného původu, důležitým zdrojem je maso. Vepřové maso obsahuje až desetkrát více thiaminu než jiné druhy masa, vnitřnosti, kvasnice, celozrnný chléb a pečivo. Bílé pečivo a loupaná rýže byly při zpracování zbaveny většiny původního obsahu thiaminu. Obecně se thiamin vyskytuje ve vyšších koncentracích ( $1-10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) v potravinách bohatých na sacharidy, kde probíhá intenzivní metabolismus cukrů. Jeho nedostatek způsobuje polyneuritidu. Ta se projevuje nervovými poruchami způsobenými degenerativními změnami nervových buněk.

Zdroje vitamínu B<sub>1</sub> jsou: zelenina, ovoce, vejce, mléčné produkty, rybí tuk, chlorella a spirulina.

**B<sub>2</sub> (riboflavin)** je derivátem isolloxasinu a ribstolu (alkoholový cukr). Je součástí flavoproteinů, enzymů přenášejících protony a elektrony za tvorby hyperoxidů. Nedostatek se projevuje záněty spojivek, rohovky, ústní sliznice a pokožky. Riboflavin se vstřebává dobře. Je přítomen ve všech tělesných tkáních ve formě esteru kyseliny fosforečné nebo jako flavoprotein (flavoproteiny jsou specifické bílkoviny, které jako své koenzymy obsahují riboflavin fosfát nebo flavin dinukleotid). Nejvyšší koncentrace byly nalezeny v ledvinách, játrech a srdci. Největší část riboflavinu se vylučuje v moči a zbývající množství ve výkalech, mléku a vejcích (u drůbeže). Vylučuje se ve své volné formě a až 50 % jako ester kyseliny fosforečné (NRC, 2012).

Zdroje vitamínu B<sub>2</sub> jsou: mléko, játra, vejce, zrniny, listová zelenina.

**B<sub>3</sub> (Vitamín PP, niacin, nikotinamid)** přestože mohou vznikat v organismu člověka a ostatních savců z aminokyselin tryptofanu, patří mezi vitamíny skupiny B (Murray et al., 2002). Při jeho nedostatku se dostávají nervové poruchy, poruchy trávicího ústrojí a kůže. Avitaminóza souvisí hlavně s nedostatkem vitaminů skupiny B, předně riboflavinu (Stupka et al., 2009).

Zdroje vitamínu B<sub>3</sub> jsou: celozrnná pšenice, pivovarské kvasnice, obilné klíčky, vejce.

**B<sub>5</sub> (kyselina pantothenová)** je amid vzniklý z  $\beta$ -alaninu, na jehož aminoskupinu je navázán acyl pantoové kyseliny. V přírodě je velmi rozšířena, v potravě dostatečně zastoupena. Nachází se v krvi, v buňkách je převážně jako složka pantetheinu, který je součástí koenzymu A a multienzymového komplexu syntetizujícího mastné kyseliny (Dostál et al., 2001).

Při nedostatku zapříčiňuje bolesti hlavy, nervové poruchy (koordinace). U zvířat se manifestuje změnou barvy srsti, zastavením růstu.

Zdroje vitamínu B<sub>5</sub> jsou: melasa, rýže, pivovarské kvasnice, zrniny, otruby.

**B<sub>6</sub> (pyridoxin)** je u vyšších živočichů účinný ve formě pyridoxalu, pyridoxinu a pyridoxaminu. Je nezbytný pro průběh Schiffovy base. Avitaminóza je poměrně řídká, přísun potravou je dostačující. Přesto se jeho nedostatek může u různých živočišných druhů projevit ve formě degenerativních změn CNS, změn ve složení krve a kožních onemocněních (Stupka et al., 2009). Pyridoxin se vstřebává rychle. V tělesných tkáních se nachází částečně navázaný na bílkoviny, a ve své volné formě pouze v omezeném množství. Přibližně 3/4 jeho obsahu v těle se nalézají ve tkáních navázaných na bílkoviny. Pyridoxin se vylučuje v moči, mléku a vejcích (u drůbeže).

Zdroje vitamínu B<sub>6</sub> jsou: pivovarské kvasnice, pšeničné klíčky, otruby, sójové boby, vejce, ovesné vločky, melasa a zelenina.

**B<sub>8</sub> (cholin)** je základním stavebním kamenem acetylcholinu, což je základní neurotransmitter v organismu. Cholin se značnou mírou podílí na tvorbě a obnovování buněčných membrán, vede k udržení zdravého a plně fungujícího nervového systému. Do krmné dávky prasnic se přidává ve formě cholin chloridu, kdy z něho aktivně působí přibližně 75 % (Emmert et al., 1996).

Prasata syntetizují cholin methylací fosfatidylethaloaminu ve třech krocích, které zahrnují převod methyly do S-adenosylmethioninu. Tedy přebytek methioninu může být eliminován dávkou cholinu u prasat (Neumann et al., 1949; Nesheim and Johnson, 1950; Kroening and Pond, 1967). Krmení březích prasniček a prasnic sójou v krmné dávce doplněnou o cholin v rozmezí od 434 do 880 mg/kg obvykle zvyšuje počet odstavených selat (Kornegay and Meacham, 1973). V dlouhodobé reprodukční studii Stockland a Blaylock (1974) zjistili, že cholin zásobený kukuřičnou sójou v krmení zlepšuje počet odstavených selat. Během laktace cholin doplněný v dietě v obsahu 8 – 10 % tuku nebo oleje nezlepšil výkon kojení (Seerley et al., 1981; Boyd et al., 1982). U prasnic nebyla zaznamenána toxicita cholinen (NRC, 2012), ale denní snížení zisku bylo pozorováno u prasnic, kterým byl cholin přidán v obsahu 2000 mg/kg během počátku, průběhu a konce laktace (Southern et al., 1986).

Zdroje vitamínu B<sub>8</sub> jsou: vaječné žloutky, luštěniny, listová zelenina, mléko a obilné klíčky.

**B<sub>9</sub> (kyselina listová, folacin).** Živočišné tyto látky nedovedou syntetizovat, jsou závislí jen na jejich přívodu potravou (Murray et al., 2002). Při nedostatku folacinu dochází ke zpomalení přibývání na váze, blednutí srsti, makrocytární nebo normocytní anémii, leukopénii, tromopénii, snížení hematokrytu a hyperplazii.

Folacin je nestálý v kyselém, neutrálním i alkaickém prostředí. Za vyšších teplot a zvláště na světle, v přítomnosti kyslíku a riboflavinu (Velíšek J., 1999).

Nedostatek u prasat vede ke zpomalení přibývání na váze, blednutí zbarvení a snížení krevní funkce (NRC, 2012).

Zdroje vitamínu B<sub>9</sub> jsou: listová zelenina, obilniny (zejména klíčky), ovoce, mléčné výrobky.

**B<sub>12</sub> (kobalamin)** představuje skupinu kobalaminů, patřících mezi korinoidy. Jejich základem je korinové jádro, lišící se od porfinového absencí jednoho methinového můstku mezi pyrrolovými jádry a centrálně vázaného Co. Jeho nedostatek způsobuje morfologické změny v trávicím traktu - perniciosní anemii, kterou lze eliminovat podáním syrových jater. Vitamín B<sub>12</sub> velmi těsně souvisí s kyselinou listovou, tedy dalším vitamínem B komplexu, a oba jsou důležité pro dělení buněk. Vitamín B<sub>12</sub> má také důležitou funkci v nervové soustavě a při rozkládání tuků a aminokyselin. Nedostatek se projevuje sníženou chutí. Zpomaluje růst, zvíře začne být neklidné a podrážděné, mohou nastat poruchy funkce žaludku a střev, nervové choroby, kožní problémy, problémy se srstí, narušení vývoje plodu a někdy i ochrnutí (Neumann et al., 1950).

Zdroje vitamínu B<sub>12</sub> jsou: vejce, mléko, chlorela a spirulina.

### 3.1.2.2 Vitamín H

Vitamín H (biotin) je kondenzátem močoviny a thiofenu, jehož nedostatek může vyvolat změny na pokožce a nervové poruchy. Biotin je přítomen ve většině běžných krmivech v dostatečném množství, ale jeho biologická dostupnost mezi složkami se značně liší. Hodně biotinu v krmných složkách končí jako N-biotinyl L - lysin (biocytin), který je součástí proteinu. Biologická dostupnost biocytinu (ve srovnání s krystalickou formou D-biotinu) se velmi liší a závisí na stravitelnosti proteinů, v nichž se nachází. Předpokládá se, že značná část požadavku na biotin u prasat pochází z bakteriální syntézy ve střevě (NRC, 2012).

Vitamín H je přidáván u prasnic s dlouhým intervalem mezi odstavem a říjí (Schneiderová, 2003).



Zdroje vitamínu H jsou: vaječné žloutky, mléko a kvasnice.

### **3.1.2.3 Vitamín C**

Základní biologicky aktivní sloučeninou je kyselina askorbová, která vykazuje aktivitu vitamínu C pouze ve formě L - askorbové kyseliny. Vitamín C je označení pro celý reversibilní oxidačně-redoxní systém L – askorbové kyseliny, který zahrnuje samotnou kyselinu a její elektronové oxidace (Hlúbik et al., 2004).

Vitamín C se podílí především na významných hydroxylačných reakcích probíhajících v organismu. Dále se účastní biosyntézy mukopolysacharidů, prostaglandinů, adsorpce iontových forem železa, jeho transportu, stimuluje transport sodných, chloridových iontů a zřejmě i vápenatých iontů, uplatňuje se v metabolismu cholesterolu, drog a v řadě dalších reakcí (Velíšek, 1999). Vitamín C je kofaktorem enzymů při syntéze kolagenu a při přeměně dopaminu na noradrenalin. Také je významným redukčním činidlem, redukuje trojmocné železo na dvojmocné a dvojmocnou měď na jednomocnou a napomáhá vstřebáváním železa ze střeva a využití přechodných prvků v aktivním centru hydroxyláz (Štípek et al., 2000).

Krmivem je přijímáno trojmocné železo a pomocí askorbátu se mění na dvojmocné, pak je vstřebáváno do enterocytů. Enterocyty je předáván na transferin, ten pak předá železo do tkání, kde plní svou funkci (Štípek et al., 2000).

Vitamín C je nejméně stabilní, proto je ze všech vitamínů nejsnadněji zničitelný. Kyselina askorbová je bílý až nažloutlý krystalický prášek. Vitamín je více stabilní v kyselině, než v alkaickém prostředí (McDowell, 2000).

Vitamín C zvyšuje tvorbu kostní hmoty a zubního dentinu. U deficitu vitamínu se vyskytují petechiální krvácení po celém těle. Zdroj ve výživě je nezbytný pro primáty a morčata, ale u hospodářských zvířat, včetně prasat, se může vitamín C syntetizovat z D-glukózy a několika dalších příbuzných sloučenin (NRC, 2012).

Zdroje vitamínu C jsou: ovoce a zelenina (brambory).

## **3.2 Fyziologie trávení**

Prase domácí řadíme mezi všežravce, k tomu má přizpůsobený trávicí trakt jak anatomicky, tak fyziologicky. Prase přijímá krmivo pomocí jazyka a zubů, jako pomocný orgán slouží rypák. Příjem tekutin je složitější kvůli široce rozeklané ústní štěrbině, proto při pití neponořují celý rypák do vody.

Hlavním úkolem trávicího ústrojí obecně je příjem potravy, její trávení za pomoci sekretu žláz. Dále vstřebávání látek, přeměna živin a jejich skladování (Jelínek, 2003).

### **3.2.1 Vstřebávání vitamínů**

Vitamíny rozpustné ve vodě (thiamin, riboflavin, kyselina askorbová, biotin) se resorbují sekundárním aktivním transportem se sodíkem. Místem resorpce je lačník, pro vitamín C pak kyčelník. Pouze pasivní difúzí se vstřebávají vitamíny B<sub>6</sub> (pyridoxal, pyridoxin, pyridoxanin). Vitamín B<sub>12</sub> má vlastní transportní mechanismus a vstřebává se hlavně aktivním transportem. S vnitřním faktorem (IF)-glykoprotein. Kyčelník je vybaven specifickými receptory B-IF. Pro transport buněk jsou navíc zapotřebí i ionty Ca a pH nad 5,6 (Jelínek, 2003).

## **3.3 Reprodukce prasat**

Správný vývin pohlavních orgánů prasnic se správnou funkcí, zajištění příznivých podmínek prostředí a zajištění optimální výživy příslušné fázi růstu, vývoje a reprodukčního cyklu patří mezi zásadní předpoklady dobré reprodukce. Nezbytnou součástí dohledu nad plemennými zvířaty patří obstarání vhodných zootechnických, mikroklimatických a zoohygienických podmínek v návaznosti na techniku krmení, napájení, ustájení apod. (Hovorka et al., 1987).

Reprodukční užitkovost prasnic se charakterizuje pravidelným nástupem říje a následnou březostí. Nejobektivnějším vyjádřením reprodukční užitkovosti je počet odchovaných selat na prasnici a rok a porodní hmotnost selat, která má velký dopad na následné využití zvířat v chovu (Ochodnický a Poltársky, 2003).

Plodnost je hodnocena jako nejdůležitější vlastnost pro zachování druhu, ale má i významný ekonomický význam. Plodnost je schopnost produkovat určitý počet selat ve vrhu. Je-li počet nízký, pak se zvyšují náklady na jejich výkrm. Avšak s vyšším počtem selat ve vrhu, se pak snižuje porodní hmotnost, která má vliv na výsledky od odstavu až po ukončení výkrmu.

U kanců je plodnost hodnocena kvalitou spermatu a vyjadřuje se počtem narozených selat od prasnice zapuštěné kancem (Čechová, 2015).

Mléčnost je schopnost produkovat mléko v době po narození selat. Na její úrovni závisí růst selat v období do odstavu (Virbac, 2010).

## 3.4 Produkce prasat

Z ekonomického hlediska patří produkční užitkovost prasat mezi nejvýznamnější, neboť produkce vepřového masa je celosvětově významná.

Výkrmnost je schopnost tvořit z přijaté krmné dávky jatečné produkty, tedy maso a tuk. Hlavními ukazateli jsou průměrný denní přírůstek a konverze krmiva. Průměrný denní přírůstek je vlastně ukazatelem růstu a jeho výše má dopad na konec výkrmu. Spotřeba krmiva na kilogram přírůstku (konverze) sděluje efektivitu výkrmu. Velkým podílem jsou produkční ukazatele ovlivněny správnou výživou, technikou krmení a podmínkami ustájení a způsobem zacházení se zvířaty.

Jatečná hodnota hodnotí jatečně upravené tělo po porážce prasat. Jsou zde kladeny nároky a kritéria výrobců, zpracovatelů a především spotřebitelů.

Jatečná výtěžnost je poměr hmotnosti jatečně upraveného těla za tepla vzhledem k porážkové hmotnosti (Čechová, 2015).

## 3.5 Úloha vitamínů v reprodukční užitkovosti

Získání maximálního množství odstavených selat za rok, za předpokladu nízkých nákladů, je základem reprodukce prasat (International Pig Topics, 2007).

Reprodukce, jako užitková vlastnost patří k základní charakteristice živé hmoty. Jedná se o velmi složitý proces, jež je ovlivňován faktory genetickými (pohlavní funkce, vývin apod.) a faktory prostředí (odchov, výživa apod.) (Stupka et al., 2009). Nejen genetické zlepšování populace a technická modernizace, ale i vitamínová výživa vedou ke zvýšení efektivity reprodukce prasat (Walling, 2012).

Celosvětově vyšší poptávka po jatečných prasatech vede ke snaze zlepšení produkční užitkovosti prasnic, což znamená počet odchovaných selat na prasnici a rok. V roce 2008 byl odhad 32-33 odchovaných selat na prasnici a rok jako dosažitelný cíl, což se prokázalo jako reálné (Wähner, 2014).

Pokud se navyšuje počet selat ve vrhu, pak s tím úměrně rostou ztráty. Porodní hmotnost selat je nejčastěji ovlivněna délkou březosti, kterou však podmiňuje mnoho dalších faktorů a jedním z nich je i správná výživa a dostatek vitamínů.

Jedna z mnoha příčin poruch reprodukce je právě nesprávná výživa chovných prasniček. Problematika samotné výživy je velmi rozsáhlá a z velké části záleží na lidském faktoru v daném chovu nebo farmě. Současná krmivová základna poskytuje dostatek krmných komponentů, avšak do popředí se dostává i ekonomika, jak u základních živin, tak i zařazování nadstandartních či problémových krmných doplňků (Krátký, 2001).

### **3.5.1 Vitamíny rozpustné v tucích a jejich úloha v reprodukční užitkovosti**

#### **3.5.1.1 Vitamín A**

**Vitamín A** je pro reprodukci a vývoj embryí nepostradatelný. Ovlivňuje především produkci ovariálních hormonů, zejména sekreci progesteronu a s ním i řadu různých proteinů, které jsou velmi potřebné pro výživu plodů. Například retinol-binding protein (RBP) je shrnut do regulace produkce steroidních hormonů, implantace a přežití plodů a zároveň má vliv na vznik a zachování březosti.

Nízká hodnota tohoto vitamínu v játrech prasnic může způsobit nízké hodnoty u selat, neboť je jeho hladina nízká v kolostru a mléku. To může způsobovat redukci růstu a náchylnost k onemocněním u selat.

Zvýšené dávkování vitamínu A je doporučeno po zapuštění prasnice, koncem březosti a během laktace. Prasnicím byl injekčně podán vitamín A nebo  $\beta$ -karoten v den odstavu, tím byl prokázán příznivý vliv na zvýšení plodnosti o 0,6 selete. Pokud byl, ale vitamín A aplikován před zapuštěním, byla zlepšena vyrovnanost velikosti embryí.

Nároky na retinol rostou úměrně s věkem prasnice, jelikož dochází k jeho vstřebávání ve střevě. Během laktace jsou nároky na vitamín A vyšší, než v březosti (Close, 2000).

#### **3.5.1.2 Vitamín D**

**Vitamín D** maximalizuje pevnost kostí odchovaných prasniček, což umožňuje poskytnout ochranu nejen proti poruchám kostí vlivem omezeného pohybu ve stáji, ale i pro reprodukci celého chovného stáda. Pro dlouhověkost prasnice v chovném stádě je důležitý stav kostry, kdy pro pevnost kostí je důležitá fyzická aktivita. Březí a laktující prasnice v klecích, které mají nedostatek pohybu, mohou vykazovat zhoršený stav kostí s možností dřívějšího vyřazení z chovu. Přidáváním vitamínu D<sub>3</sub> se zlepšuje pevnost a síla kostí prasat

(International Pig Topics, 2007). Ve výživě prasat se ví málo o požadavcích vitamínu D na reprodukční procesy a zdraví kostí. Do krmiva se vitamín D obvykle přidává cholekalciferol (vitamín D<sub>3</sub>), který se transportuje do jater, kde se uchovává ve formě 25-hydroxycholecalciferolu, který je pro výživu prasat dostupný.

Vitamín D hraje důležitou roli při poporodní paréze, což je onemocnění spojené s porodem a začátkem laktace, kdy laktujícím prasničkám stoupá spotřeba vápníku a dalších minerálních látek (fosfor, hořčík, draslík a sodík), tyto děje jsou ovlivňováni právě vitamínem D. Jeho množství je nutno hlídat již v průběhu březosti prasnice.

Přenos kalciferolu byl prokázán přes placentu. Obsah v kolostru a mléce je podobný tomu, kolik je ho obsaženo v plazmě prasnice a krmné dávce (Close, 2000).

### **3.5.1.3 Vitamín E**

**Vitamín E** jako zvláštní doplněk krmné dávky obecně zvyšuje počet selat ve vrhu, vede tedy k maximalizaci velikosti vrhu, a to zejména u starších prasnic (Close, 2000). Chen et al. (2016) ve své studii vyhodnotili reprodukční schopnosti u prasnic – vícerodiček při přidávání selenu a vitamínu E během březosti a laktace. Prasnicím byl podáván selečitan sodný nebo kvasnice obohacené o selen a vitamín E. Dle této studie prasnice přikrmované organickým selenem rodí více živých selat s větší porodní hmotností a bylo u nich odstavováno více selat ve srovnání s prasnicemi krmenými anorganickým selenem. Hladina  $\alpha$ -tokoferolu byla zvýšena, když byl prasnicím vitamín E přidáván ve zvýšeném množství. V souhrnu lze konstatovat, že se celkově zlepšila antioxidační schopnost prasnic i narozených selat. Navíc prasnice přikrmované až do odstavení měly lepší výsledky počtu odstavených selat.

Selata, která se rodí prasnicím s nízkým obsahem vitamínu E, mohou hynout v průběhu porodu nebo ihned po něm. Jestliže je nedostatek výraznější, je možná mortalita embryí v prvních týdnech březosti. Deficit vitamínu E vždy vede k redukci živě narozených selat a odstavených selat. Může docházet ke snižování hmotnosti odstavených selat a případně k náchylnosti k průjmu.

Placentární přenos vitamínu E je minimální. Přenos  $\alpha$ -tokoferolu je pro selata nejvýznamnější přes mlezivo, avšak hladina tohoto vitamínu v mléku prasnice po 3 – 4 dnech klesá (Close, 2000).

Předpokládaný mechanismus účinku vitamínu E na oplození může být způsoben přizpůsobením na metabolismus kyselina arachidonové, která předchází prostaglandinům.

Pravděpodobný mechanismus vlivu vitamínu E na oplozenost může být způsoben jeho rolí na přizpůsobení metabolismu kyseliny arachidové, jako předchůdce prostaglandinů.

Výsledkem sledování tohoto vlivu je uveden v tabulce 1 (International Pig Topics, 2007).

**Tabulka 1 - Vliv vitamínu E v krmivu na reprodukční užitkovost prasnic po 5. vrhu**

| <b>Vitamín E (mg/kg)</b>          | <b>22</b> | <b>44</b> | <b>66</b> |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Počet vrhů                        | 134       | 126       | 120       |
| Počet narozených selat (ks)       | 11,85     | 11,97     | 12,27     |
| Počet mrtvě narozených selat (ks) | 0,4       | 0,31      | 0,6       |
| Počet živých selat (ks)           | 11,45     | 11,66     | 11,67     |
| Hmotnost vrhu (kg)                | 16,9      | 17,9      | 17,9      |
| Porodní hmotnost selete (kg)      | 1,46      | 1,63      | 1,51      |

Zdroj: International Pig Topics (2007)

## **3.5.2 Vitamíny rozpustné ve vodě a jejich úloha v reprodukční užitkovosti**

### **3.5.2.1 Vitamín C**

Vitamín C obecně zlepšuje kvalitu spermatu kanců a napomáhá snižovat počet syndromů neplodnosti. Kvalitu spermií může ovlivňovat tepelný stres nebo stáří kanců. Přidáním selenu, vitamínu E a vitamínu C pomáhá kancům zlepšit kvalitu i kvantitu spermatu v horkém létě (International Pig Topics, 2007). Nedostatek vitamínu C vede k inhibici dozrávání terciálních folikulů, poruchám ve vývoji plodů nebo až k potratům.

Mnoho let převládal názor, že by neměl být vitamín C podáván kancům, neboť by si jej měli být schopni sami v dostatečné míře syntetizovat. Toto tvrzení bylo pozdějšími studiemi vyvráceno, a naopak bylo dokázáno, že riziko nedostatku vitamínu je podstatně vyšší, než se myslelo (Armocida et al., 2001). Ve výživě prasnic se vitamín C využívá k předcházení zánětům mléčné žlázy, ale také jako stimulantu těla během poklesu hladiny bílkovin, vitamínů a minerálů v období laktace (Ranjan et al., 2005). Prasata jsou zvířata, jež jsou ke stresu velmi

náchylná, proto je vhodné uplatnit účinky vitamínu C ve výživě a tím snižovat reakce na stresové situace (Pineli – Saavedra et al., 2008).

Požadavek na vitamín C, resp. kyselinu askorbovou, se rapidně zvyšuje při stresových situacích, jako je vliv vnějšího prostředí či stres po odstavu selat (Mahan et al., 2004).

Dle Teuchera et al. (2004) vitamín C je významným zlepšovatelem při vstřebávání železa v organismu prasat.

Při podávání vitamínu C prasnicím jeden týden před porodem nebyly prokázány žádné změny u reprodukčních schopnostech prasnic, zatím co podávání v průběhu celé březosti zvětšilo velikost vrhu. Nejvýznamnějších výsledků bylo dosaženo při podávání vitamínu C současně s vitamínem E.

Při pokusu dle Greera et al. (1987), byly prasnice krmeny dávkou 4 g vitamínu C na den, což ale nevedlo ke zlepšení sezónní neplodnosti. V další studii Wieckowski et al. (1980) doporučil dávkování v rozmezí 2,0 – 2,5 g vitamínu C denně na prasnici, zatím co v pokusu dle Lechowskiho et al. (2016) bylo prasničkám plemene Pulawski podáváno množství 2,4 g vitamínu C na den po dobu celé březosti (114 dní) a po dobu laktace (35 dní). V pokusu byla prasničkám odebrána krev z marginální ušní žíly v třetím období říje a zjišťována koncentrace 17- $\beta$ -estradiolu pomocí radioimunologického testu RIA (Sorin Biomedicina). Výsledky ukázaly, že přidávání vitamínu C má příznivý vliv.

V tom samém pokusu byly sledovány změny i na pohlavních orgánech prasnic po porážce. Zde bylo zjištěno výrazné zvýšení počtu žlutých tělísek o 0,81 ks v experimentální skupině. Vitamín C rovněž zvýšil i syntézu 17- $\beta$ -estradiolu v organismu prasnic na hodnotu 2,68 pg/ml, který ovlivnil růst a vývoj reprodukčních orgánů. Webb et al. (2003) zdůraznil, že mezi mnoha vnějšími faktory ovlivňující vývoj vaječníků, jsou dietetické faktory ty nejdůležitější. Mahan a Vallet (1997) uvádějí, že různé vitamíny a minerální látky přidávané do krmiva mají stimulační účinek na pohlavní cyklus prasnic. Rychlý růst a vývin mladých, rostoucích prasniček s nedostatkem výživy mohl ve velké míře ovlivnit růst reprodukčních orgánů prasnic.

Dále se v pokusu Lechowskiho et al. (2016) zkoumal reprodukční výkon prasnic dle následujících parametrů: počet živě narozených selat, počet selat odchovaných v 21 dnech věku, hmotnost selat v prvním dni a hmotnost selat v 21 dnech věku.

Jak již bylo řečeno, vitamín C zmírňuje účinky stresu v těle, ovšem může právě zlepšit mnoho ukazatelů na reprodukční schopnosti prasnic. Je pravděpodobné, že vitamín C také působí obdobně jako organické okysličovadlo, spolu se snížením pH, zvýšením aktivity proteolytických enzymů a inhibuje růst patogenní gastrointestinální flóry, čímž se zlepšuje

trávení, vstřebávání a retence živin. V důsledku toho ovlivňují i zlepšení výsledků odchovu selat (Lechowski et al., 2016).

Dle Pinelli-Saavedra et al. (2008) má vitamín C účinek na lymfocyty a to především v 103. dni březosti a v 21.dni po porodu. Ramanau et al. (2004) tvrdí, že L- karnitin, který se syntetizuje pomocí vitamínu C, má pozitivní vliv na růst a vývoj plodu. To má za následek zvýšení porodní hmotnosti selat a snížení počtu selat s nízkou porodní hmotností nebo mrtvě narozených selat. Stres negativně přispívá k potratům, což má za následek nižší plodnost či nízkou porodní hmotnost.

Sosnowska et al. (2015) ve své studii uvádí, že suplementací krmiva prasnice s obsahem vitamínu E v množství 500 mg/kg krmiva a vitamínu C v množství 200 mg/kg krmiva v poslední fázi březosti a na počátku laktace, má za následek nárůst hodnot těchto vitamínů v séru prasnic, jejich mléku a také v séru selat. Podle těchto autorů však nebyl prokázán vliv při zvýšeném podávání těchto vitamínů na počet selat ve vrhu, živě nebo mrtvě narozených selat a ani vliv na hmotnost jednoho selete ve vrhu či na hmotnost celého vrhu při narození a odstavu.

Ve studii Pinelli – Saavedra (2005) byl aplikován vitamín C prasnicím v rozmezí od 1 g do 10 g od inseminace až po odstav selat v 21. dnech věku. Tato studie neprokázala vliv na reprodukční užitkovost prasnic a ani vliv na selata.

Vitamín C obsažený v krmné dávce působí jako katalyzátor mnoha procesů v organismu a má též značný účinek na syntézu mnoha sloučenin, včetně imunoglobulinů a leukocytů. Tento vitamín také zvyšuje obsah bílkoviny v plasmě – mění poměr albuminu a globulinu. Zvýšení plazmatické bílkoviny pod vlivem vitamínu C se může projevit jako zvýšení hladiny proteinu v kolostru a mléku prasnic (Lechowski et al., 2016).

Ramanau et al. (2004) uvádí, že vitamín C ovlivňuje syntézu L-karnitinu, který zvyšuje množství vyprodukovaného mléka a zároveň zvýšil obsah hlavních živin (tuků, bílkovin a laktózy).

Z pozorování Lechowskiho et al. (2016) je zřejmé, že přídavek vitamínu C zmírňuje stres u prasnic a má vliv na stimulaci imunitního systému, kdy dochází ke zvýšení hladiny imunoglobulinů v mlezivu. Tím je přispíváno ke zvýšené odolnosti selat vůči patogenům a tím zlepšení k jejich přežití a usnadnění rychlejšího vývinu a růstu.

Dávkování vitamínů pro prasnice a kance je odlišné, potřeba vitamínů je v tabulce 2.



**Tabulka 2 - Optimální vitamínová výživa pro prasnice a kance - dle DSM (na kg směsi)**

| Vitamíny<br>Kategorie | A (m.j.)             | D <sub>3</sub><br>(m.j.) | E (mg)             | K <sub>3</sub> (mg) | B <sub>1</sub> (mg) | B <sub>6</sub> (mg)           | B6 (mg)2    |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------|
| Prasnice a<br>kanci   | 10 000 -<br>15 000   | 1500 -<br>2000           | 60 - 80            | 1,0 - 2,0           | 1,0 - 2,0           | 5,00 - 9,0                    | 3,0 -5,0    |
|                       | B <sub>12</sub> (mg) | Niacin<br>(mg)           | Kys. pant.<br>(mg) | Kys. List.<br>(mg)  | Biotin<br>(mg)      | Vitamín C<br>(mg)             | Cholin (mg) |
| Prasnice a<br>kanci   | 0,02 -<br>0,04       | 25 - 45                  | 18 - 25            | 3,0 - 0,5           | 0,3 - 0,5           | 200 - 300 p.,<br>200 - 500 k. | 500 - 800   |

*Pro zlepšení plodnosti prasnic – přídavek β-karotenu 300 mg.*

Zdroj: International Pig Topics (2007)

Postupem inseminačních metod ubývá přímé využívání kanců pro prasnice. Využití kanců v současné době je na produkci semene, ale i pro dotykové, sluchové a vizuální podněty. To může být velmi přínosné pro optimální reprodukci. Kvalita semene je ovlivňována především tepelným stresem, tento problém může být řešen přídavkem vitamínu C. Pomocí vitamínu C je zlepšena kvalita i kvantita kancího spermatu v horkých dnech (Výmola, 2007).

Zejména v letních měsících je důležitý vitamín C u kanců, neboť má pozitivní vliv na kvalitu spermatu, kdy je ovlivňována koncentrace spermií a dochází k úbytku abnormalit u spermií (Václavíková, 2013).

Vliv vitamínu C na kvalitu spermatu mladých kanců dokládá tabulka 3.

**Tabulka 3 - Vliv přídavku vitamínu C na kvalitu spermatu mladých kanců (200 mg/kg krmiva)**

| Ukazatele | Počet<br>kanců | Počet<br>kolekcí | Hustota<br>spermií<br>ejakulátu<br>(bilion/ml) | Počet<br>spermií v<br>ejakulátu<br>(bilion) | Dávky/ejakulát | Výsledek<br>hodnocení |
|-----------|----------------|------------------|--|---|----------------|-----------------------|
| Kontrola  | 6              | 43               | 0,267  | 58,89                                       | 15,28          | 1,49                  |
| Vitamín C | 8              | 62               | 0,288  | 66,99                                       | 21,55          | 1,81                  |

Zdroj: International Pig Topics (2007)

### 3.5.2.2 Vitamíny skupiny B

Vitamín B<sub>3</sub> (niacin) může při předávkování způsobovat březím prasnicím ekzémy, svědění a též existuje podezření na poškození plodu (Haščík, Krivánek, 2001).

V období před přípuštěním je doporučeno vyrovnat hladinu vitamínů skupiny B na optimální úroveň, aby se docílilo lepší rychlosti růstu u mladých prasniček. V této souvislosti bylo zjištěno, že rychleji rostoucí prasničky do hmotnosti 100 kg, vykazují během 1. až 5. porodu početnější vrhy a kratší interval servis periody (Schneiderová, 2003).

U prasniček, jež dosáhly puberty je přidáván riboflavin (B<sub>2</sub>) v množství 7,5 mg, který snižuje počet anestrálních prasniček. Pozvolné zvyšování riboflavinu výrazně zvyšuje sekreci v děloze během březosti. Tento počet může dosahovat hodnoty až 20 %. Při velkém nedostatku riboflavinu může docházet k vynechávání anestru. Občasné kolísání hodnoty vitamínu B<sub>2</sub> může vést k prodlužování časového intervalu mezi jednotlivými, po sobě jdoucími říjemi (McDowell, 2000).

V počátku březosti ovlivňuje kyselina listová (B<sub>9</sub>) především přežití embryí a plodů. Tento vitamín je lehce dosažitelný z krmiva. Mnohé studie dokazují, že jeho doplňování ovlivňuje velikost vrhu. Prasničky a prasnice na druhém vrhu mají menší odezvu na přidávání kyseliny listové než prasnice s větším počtem vrhů. Dle Li et al. (2013) může nedostatek kyseliny listové v průběhu březosti způsobit omezení nitroděložního růstu u prasat, jehož výrazným projevem je kosterní dysplazie. Zásoba kyseliny listové u březích a laktujících prasnic je nutné ovlivnit, neboť dochází k přenášení kyseliny listové do kolostra a mléka. Selata získávají kyselinu listovou z mleziva a mléka, proto je její zastoupení v mlezivu a mléku velmi důležité (Barkow et al., 2001).

Přidáním kyseliny listové a vitamínu B<sub>12</sub> (kobalamin) do krmiva laktujícím prasnicím je dosaženo lepšího stavu vitamínů u selat. U selat má velký význam vitamín B<sub>12</sub>, neboť je velmi důležitý pro metabolismus methioninu (Schneiderová, 2003). V reprodukci má vitamín B<sub>12</sub> vliv na velikost vrhu a životaschopnost selat. Jestliže se vitamín nachází v dlouhodobém nedostatku, pak jsou vrhy malé a porodní váha nízká. U prasnic se vyskytují pozdní říje, méně žlutých tělísek a méně embryí.

### **3.5.3 Úloha vitamínů na produkční užitkovost**

### **3.5.4 Vitamíny rozpustné v tucích a jejich úloha produkční užitkovost**

Prasata s omezeným příjmem vitamínu A rostou výrazně pomaleji a využívají podstatně méně účinně zásoby vitamínu než jedinci s neomezeným příjmem během růstu. Vitamín A je známý jako důležitý regulační faktor, který se podílí na růstu a rozvoji (Ayruso et al., 2015).

Již dříve bylo popsáno, že nedostatek vitamínu A u prasat může způsobit snížený přírůstek hmotnosti (NRC, 2012). Ayruso et al. (2015) uvádí, že není třeba vitamín A doplňovat po dlouhou dobu. Krátkodobé nebo dlouhodobé vysazení tohoto vitamínu A má snížit náklady na krmivo a zvyšovat ukládání tuku v játrech bez nepříznivých vlivů na celkový růst těžkých prasat.

Vitamín D podporuje především růst kostry a snižuje množství tuku. Vliv se ukazuje u rychlosti růstu a vstřebávání vápníku. Nedostatek vitamínu způsobuje deformity kostry, která může být deformována hmotností zvířete a tahem svalů (Flohr et al., 2016).

V mase jsou nejvyužívanější antioxidanty kyselina askorbová (vitamín C) a tokoferol (vitamín E). Dle NRC (2012) je potřeba vitamínu E na konci růstu těla pro prasata 11 mg/kg. Avšak je-li vitamín E doplňován ve vyšší úrovni (100 – 200 mg/kg krmiva), je antioxidační účinek vyšší a zvyšuje životnost masa (Souza, 2001). Vitamín E chrání mono – a polynenasycené mastné kyseliny z masa (Souza and Silva, 2006) a při aplikaci prostřednictvím krmiva v množství 100–200 mg/kg krmiva, produkuje antioxidační účinek, který zvyšuje životnost masa. Vitamín E pomáhá předcházet výskytu valové dystrofie (Souza, 2001). Vitamín K by měl být doplňován v souvislosti s příjmem vápníku. Pokud by byl doplňován pouze vápník, mohlo by docházet k nadměrnému krvácení.

## **3.5.5 Vitamíny rozpustné ve vodě a jejich úloha v produkční užitkovosti**

### **3.5.5.1 Vitamíny skupiny B**

Vitamín B<sub>1</sub> (thiamin) je důležitý v metabolismu sacharidů, methioninu a tryptofanu. Katalytickou reakcí přeměňuje metabolické sacharidy na energii. Pokud je vitamín B<sub>1</sub> dlouhodobě v nedostatku, pak dochází k nemoci beri-beri, která vede k úbytku hmotnosti a nervovým poruchám u prasat. Pokud je thiamin v organismu prasete v nedostatku, pak způsobuje svalovou slabost a znatelně ovlivňuje metabolismus sacharidů. To se také projevuje na přírůstku živé hmotnosti, který je znatelně snížený. Pokud se zvyšuje energie v krmné dávce, je potřeba zvýšit i příjem vitamínu B<sub>1</sub>. Některé genetické studie a technologické pokroky umožňují efektivní využití thiaminu ve prospěch produkce libového masa. Je-li dodržena rovnováha v příjmu energie a thiaminu, pak je celková produkce velmi efektivní.

Vitamín B<sub>2</sub> (riboflavin) se ukládá v malém množství v játrech na 2 – 6 týdnů. Podílí se na tvorbě hemoglobinu, přeměně tryptofanu na vitamín B<sub>3</sub>, na konverzi pyridoxinu a kyseliny listové do jejich koenzymové formy. Účastní se látkové přeměny tuků, bílkovin a nukleových kyselin. Je-li riboflavin v nedostatku, dochází ke zhoršené konverzi krmiva a tím je způsoben nižší přírůstek živé hmotnosti. U sádelných prasat nejsou nároky na riboflavin tak vysoké, jako u masných prasat. Dle mnohých studií byl stanoven závěr, že potřeba riboflavinu pro růst masitých částí je až 6x vyšší, než je potřeba pro tučné části (Haščík, 2001).

Vitamín B<sub>3</sub> (nikotinamid, niacin) se zúčastňuje metabolismu tuků, cukrů a bílkovin. Při velkém nedostatku se vyskytuje zhoršený příjem krmiva a s tím zhoršená konverze krmiva. Tento vitamín se často objevuje v nedostatku. Dlouhodobý nedostatek způsobuje retardovaný růst a menší přírůstky. Ve starších studiích nebyl prokázán vliv přídavku tohoto vitamínu na rychlost přírůstku. Avšak je-li tento vitamín v dlouhodobém nedostatku, pak způsobuje snížení rychlosti celkového růstu, ztrátou chuti a poruchami v trávení. Nepřímý vliv na produkci má i to, že nedostatek vitamínu způsobuje poruchy pohybového aparátu, a to třes zádě, nekorektní akce zadních končetin a může docházet až k ochrnutí pánevních končetin (Haščík, 2001). Khan et al. (2013) ve své studii uvádí vliv cholinu na oxidaci kosterního svalstva, což ovlivňuje kvalitu masa. Oxidace svalů se podílí na tmavé barvě a pevné struktuře jako reakci na stres či případnou vysokou fyzickou aktivitu či psychickou zátěž. Niacin tedy ovlivňuje vady masa DFD.

Vitamín B<sub>5</sub> (kyselina pantotenová) má u prasat, jako většina vitamínů skupiny B, význam v metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin. Je potřebný pro syntézu cholesterolu a žlučových kyselin. Má velmi pozitivní vliv na růst svalstva.

Vitamín B<sub>6</sub> (pyridoxin) se vyskytuje jako pyridoxal a pyridoxamin v živočišných produktech. Podílí se na uvolňování energie přeměnou glykogenu na glukózu a jeho účinkem se mění kyselina linoleová na kyselinu arachidonovou. Tento vitamín se zúčastňuje metabolismu mastných kyselin, syntézy proteinů a hemoglobinu. Ovlivňuje živou hmotnost prasat a pokud je v nedostatku, tak velmi zpomaluje růst a může docházet až k retardovanému růstu. V časném odstavu se ukázalo, že je potřeba nižší hladiny tohoto vitamínu pro uspokojivou konverzi krmiv.

Vitamín B<sub>8</sub> (cholin) se zúčastňuje syntézy fosfolipidů, které dále slouží k využití mastných kyselin. Potřeba cholinu je v krmné dávce závislá především na způsobu chovu, pokud je v dlouhodobém nedostatku, pak dochází ke zpomalení růstu. V pokusu Kuhn et al. (1998) bylo zkoumáno využití cholinu v krmné dávce prasat. Výsledky tohoto pokusu ukázaly, že cholin má významný vliv pro výkrm prasat a je možné ho doplňovat pomocí sójového lecitinu, jakožto alternativního zdroje cholinu. Cholin se v nedostatku vyskytuje u prasat, která mají v krmné dávce nadbytek tuku (Haščík, 2001). Avšak přebytek doplňování cholinu u odstavených, rostoucích prasat a dokončovací fáze růstu snižuje denní přírůstek, ale nemá vliv na celkovou konverzi krmiva.

Vitamín B<sub>9</sub> (folacin, kyselina listová) spolu s vitamínem C je důležitý v syntéze DNA. Jako u většiny vitamínů skupiny B též ovlivňuje přírůstek svalstva a v dlouhodobém nedostatku negativně ovlivňuje jatečnou výtěžnost (Stahly et al., 2007). Požadavky na kyselinu listovou jsou závislé nejen na formě, ve které jsou přijímány, ale i na koncentraci a vzájemném vztahu s ostatními živinami. Čím je rychlejší růst, tím jsou nároky na kyselinu listovou vyšší. U selat do 10 týdnů věku nebyl prokázán vliv se zvýšením přídatku kyseliny listové na rychlost růstu (Letenre et al., 1991). Dle pokusu Li et al. (2013) nedostatek kyseliny listové způsobuje v průběhu březosti u selat v nitroděložním vývoji znatelné změny na růstu těl.

Vitamín B<sub>12</sub> (kobalamin) je jako jediný ukládaný do zásoby v játrech. Folacin příznivě ovlivňuje růst a zvyšuje tělesnou hmotnost. Jeho přítomnost v krmné dávce způsobuje lepší žravost. Negativní vliv na produkci má jeho nedostatek, kdy dochází k úbytku hmotnosti (Haščík, 2001). U kojených selat, jež byla zbavena vitamínu B<sub>12</sub> bylo zjištěno, že nejsou schopna začlenit serin, methionin, fenylalanin a glukózu do jaterních proteinů. To by mohlo vysvětlit i zpomalení růstu, který je provázen právě nedostatkem tohoto vitamínu. V praxi by

měla být potřeba tohoto vitamínu ošetřena tak, aby se zabránilo dlouhodobému nedostatku a bylo umožněno dosáhnout optimální produkce u prasat (McDowell, 2000).

Potřebu většího množství některých vitamínů skupiny B vykazují prasata v intenzivním výkrmu, v kterém je způsobena změna v metabolismu. Tyto změny zahrnují větší růst svalové hmoty, dále mění metabolismus sacharidů (Lefaucheur et al., 2004) a zajišťují lepší imunitu (Stahly et al., 2007).

### **3.5.5.2 Vitamín H**

Vitamín H má funkci koenzymu v přeměně mastných kyselin. Tento vitamín nemá výrazný vliv na produkční užitkovost prasat. Působí především na kůži, srst a pohyblivost. Jediné ovlivnění masné produkce při avitaminóze je ztráta tuku, avšak avitaminóza je prakticky nemožná. Nedostatek se projevuje poruchami funkce štítné žlázy. Nedostatek není zcela běžný, ale jen uměle vytvořený pro mnohé pokusy. Výsledkem vždy bylo snížení rychlosti růstu a zhoršená konverze krmiva (Haščík, 2001).

### **3.5.5.3 Vitamín C**

V pokusu Pion et al. (2004) byl zkoumán vliv kyseliny askorbové a oxalátu na kvalitu vepřového masa. V tomto pokusu byly provedeny dva experimenty, kdy byl prasatům přidáván vitamín C ve vodě. V prvním experimentu bylo použito 24 prasat, která byla vybavena jugulárními katetry a umístěny do individuálních boxů, aby bylo možno stanovit individuální příjem vody a vitamínu C. Bylo použito 0, 1000 a 2000 mg/l vitamínu C. V tomto pokusu se vyřadilo 8 prasat z důvodu chybného katetru. Zkoumání vlivu tohoto vitamínu bylo prováděno po porážce. Vitamín C doplněný v množství 1000 mg/l měl za následek zvýšení koncentrace kyseliny v plasmě. V následujících 6 hodinách, kdy byla prováděna kontrolní měření, zůstávala hladina kyseliny askorbové na zvýšené úrovni. U prasat s doplněním vitamínu C 2000 mg/l zůstávala hladina kyseliny zvýšená nejen po 6 hodinách, ale i po 12 hodinách v kontrolním měření.

V druhé skupině tohoto pokusu bylo použito 30 prasat, která byla též umístěna v individuálních boxech. V této skupině bylo použito 0, 500 a 1000 mg vitamínu C na litr vody. Vitamín C byl doplněn 48 hodin před porážkou. U druhé experimentální skupiny nebyla koncentrace kyseliny askorbové ve svalu nijak ovlivněna.

Lahučký et al. (2005) došel k závěru, že doplnění vitamínu E a C do krmiva prasat může v některých situacích snížit ztráty na mase způsobené okapem, ovšem záleží na genetickém pozadí. Lze říci, že doplňky krmiva s vitamínem C v množství 200 mg/kg krmiva mají vliv na růst prasat a koncentraci kyseliny askorbové ve vepřovém mase.

Rossi et al. (2010) ve výživě prasat využíval výtažky z citrusů jako antioxidant, avšak nebyli pozorovány žádné změny ve výkonu prasat. V této studii však došel k závěru, že dodání roctopaminu a citrusových extraktů do krmiva zvyšuje podíl libového masa.

V pokusu Pion et al. (2004) byly provedeny dva pokusy za účelem stanovení účinků vitamínu C přidaného 48 hodin před porážkou. Zkoumána byla koncentrace kyseliny askorbové v plazmě a koncentrace oxalátu a jejich vliv na kvalitu vepřového masa. V prvním pokusu bylo 16 prasat v tělesné hmotnosti  $87,8 \pm 2,13$  kg, skupina byla rozdělena dle pohlaví a hmotnosti. Tato skupina byla ještě rozdělena do tří podskupin pro ošetření vitamínem C: 1) kontrola, 2) 1000 mg/l; nebo 3) 2000 mg/l v pitné vodě po dobu 48 hodin. V dalších 48 hodinách nebyl vitamín C podáván. Vitamín C vykazoval zvýšenou koncentraci kyseliny askorbové v plasmě (11,6; 19,5 a 23,4  $\mu\text{g/ml}$  na 0, 1000 a 2000 mg/l vitamínu C) v průběhu 6 hodin po doplnění. U poražených prasat byla koncentrace kyseliny askorbové snižena a nevykazovala velký rozdíl ve skupinách prasat (13,7; 18,2 a 16,6  $\mu\text{g/ml}$  na 0, 1000 a 2000 mg/l vitamínu C) v průběhu 2 hodin od ukončení podání vitamínu. Rozdíly v koncentraci kyseliny askorbové byly nalezeny mezi oběma úrovněmi doplnění. V druhém pokusu bylo 30 prasat o hmotnosti  $107,5 \pm 0,54$  kg rozděleno podle pohlaví a hmotnosti a náhodně rozmístěny do podskupin: 1) kontrolní; 2) 500 mg/l a 3) 1000 mg/l doplnění v napájení prasat 48 hodin před porážkou. Prasata byla porážena 4 - 5 hodin po ukončení podávání vitamínu C a byli pozorovány vzorky masa pro měření kvality. V době porážky nebyli v plasmě pozorovány žádné rozdíly v koncentraci kyseliny askorbové nebo kortizolu, pouze zvýšené hodnoty oxalátu. Vitamín C v tomto pozorování nijak neměnil hodnotu počátečního ani konečného pH. Závěr tohoto experimentu ukazuje, že přidávání vitamínu C, ve snaze zlepšení kvality masa, obvykle není moc efektivní.

Doplňování  $\beta$ -karotenu a vitamínů C a E nemá žádný výrazný vliv na obsah sušiny, dusíkatých látek a tuku. Významný vliv nebyl popsán ani u hodnoty  $\text{pH}_{45\text{min}}$ ,  $\text{pH}_{24\text{hod}}$ , zadržování vody v mase, na tepelných ztrátách a ani u barvy masa. Jediný popsáný rozdíl se vyskytl u měření barvy masa 24 hodin po porážce v  $L^*$  a  $b^*$  systému, kde docházelo ke snížení žloutnutí (Pieszka et al., 2006).

Inhibiční účinek vitamínu C se projevil u oxidace lipidů. Vitamín C přidaný do krmiva v množství 200 mg/kg krmiva způsobil, že se výrazně zvýšil v mase obsah vitamínu E.

Studie, které ohodnotili účinky vitamínu C na kvalitu vepřového masa přinesly nekompetentní výsledky. Několik vědců přišlo s poznatkem zlepšení kvality vepřového (Mourot et al., 1990, 1992; Kremer et al., 1999), zatímco další nezjistili žádné účinky (Rajič, 1971) nebo dokonce byli zjištěny i negativní dopady na přidávání vitamínu C do krmné dávky (Rajic, 1971; Cabadaj et al., 1983).

Ve studii Poin et al. (2004) uvádí, že dlouhodobé podávání vitamínu C může mít vliv na kvalitu masa. Prasata dlouhodobě ošetřená vitamínem C vykazují menší četnost vady PSE v mase.

Doplňování vody s rozpuštěným vitamínem C nepřináší efektivní zlepšení kvality masa, avšak při vhodném načasování lze pomocí vitamínu C předcházet vadám PSE v mase. Při podávání 75 mg kyseliny askorbové na kilogram krmiva od počátku až do ukončení výkrmu vedlo k nejvýraznějšímu poklesu vady PSE v mase. Nejlepších výsledků bylo dosaženo podáním antioxidantů vitamínu A a E současně (Poin et al., 2004).



## 4. Závěr

V této bakalářské práci byla pomocí literárních zdrojů studována úloha vitamínů skupiny B a C v krmné dávce prasat a vliv na produkční a reprodukční ukazatele užitkovosti.

V reprodukci hrají vitamíny větší roli, než by se dalo čekat. Většina vitamínů již v mírném nedostatku způsobuje negativní vliv na reprodukci.

Vitamíny skupiny B jsou důležité pro mladé prasnice, kdy prasničky do hmotnosti 100 kg vykazují během 1. až 5. porodu četnější vrhy. Obecně vitamíny skupiny B zkracují dobu mezi říjemi a pomáhají zvýraznit projevy říje. Význam je u porodní hmotnosti selat, životaschopnosti vrhu a zásobě v mlezivu. Při nedostatku se vyskytuje méně žlutých tělísek a méně embryí.

U produkčních ukazatelů mají vitamíny skupiny B vliv na metabolismus sacharidů a tuků. Významný účinek mají tyto vitamíny na konverzi krmiva a správný růst celého organismu. Vitamín B<sub>3</sub> je velmi důležitý pro zmírnění výskytu masa s vadou DFD. U vitamínu B<sub>8</sub> je zvláště důležité hlídat jeho dostatek v krmné dávce, protože se často projevuje v nedostatku kvůli nadměrnému příjmu tuku v krmné směsi.

Vitamín C zmírňuje následky stresu, pomáhá zvládat lépe stresové situace. U kanců má příznivý vliv na sperma zejména v letních měsících, kdy dochází k tepelnému stresu, ale také zmírňuje výskyt abnormalit spermií. Prokazatelný účinek má vitamín C na velikost vrhu i na hmotnost selat, pokud se současně podává s vitamínem E. Význam má i v prevenci zánětu mléčné žlázy. V některých pokusech byl dokázán význam na porodní hmotnost a životaschopnost selat ve vrhu.

V produkci má vitamín C významné antioxidační účinky v mase. Vliv na pH masa nebyl prokázán, ale u měření barvy masa v systému L\* a b\* se ukázalo snížení výskytu žloutnutí masa. Při dlouhodobém podávání s vitamínem E napomáhá ke snížení výskytu vady masa PSE.

## 5. Seznam literatury

Armocida, A., Beskow, P., Amcoff, P., Kallner, A., Ekman, S. 2001. Vitamin C plasma concentration and leg weakness in the forelegs of growing pigs. *Journal of veterinary medicine series a-physiology pathology clinical medicine*, 48. 165-178 [online]. [cit. 2016-10-28]: Dostupné z <http://acnp.unibo.it/cgi-ser/start/en/cnr/df-p.tcl?issn=0931184X&m040=ACNP&m040=TEMP&language=ENGLISH&libr={ }>

Ayruso, M., Ovilo, C., Fernandez, A., Nunez, Y., Isavel, B., Daza, A., Lopez-Bote, C. J., Rey, Al. 2015. Effects of dietary vitamin A supplementation or restriction and its timing on retinol and tocopherol accumulation and gene expression in heavy pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 202. 62-74.

Barkow, B., Matte, J. J., Böhme, H., Flachowsky, G. 2001. Influence of folic acid supplements on the carry – over of folates from the sow to the piglet. *British Journal of Nutrition*. 85. 179-184.

Brzezinska-Slebodzinska, E., Slebodzinski, A. B., Pietras, B., Wieczorek, G. 1995. Antioxidant effect of Vitamin E and glutathione on lipid peroxidation in boar semen plasma. *Biological Trade Element Research*, 47 (1-3), 69-74.

Close, W.H., Cole, D. J. A. 2000. *Nutrition of sows and boars*, Published by Nottingham University Press. ISBN 10: 1897676530. 377 p.

Čechová, M. 2015. Reprodukční a produkční užitkové vlastnosti prasat. *Chov zvířat* [online]. [2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/clanek/714-reprodukcni-a-produkcni-uzitkove-vlastnosti-prasat/>. 28-30

Dostál, J., Kaplan, P. 2001. *Lékařská chemie II*. Masarykova univerzita. Brno. ISBN 8021027312. 165 s.

Dražan, J. 1987. *Nemoci prasat*. Státní zemědělské nakladatelství. Živočišná výroba. Praha. 240 s.

Flohr, J. R, Woodworth, J. C, Bergstrom, J. R., Tokach, M. D, Dritz, S. S., Goodband, D. R., DeRouchey, J. M. 2016. Evaluating the vitamin D supplementation on sow performance: II. Subsequent growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *Journal of Animal Science*. 94. 4643-4653.

- Greer, E. B., Gardner, I. A., Wright, G. L. 1987. Failure of dietary vitamin C supplementation to prevent seasonal infertility in pigs. *Australian Veterinary Journal*. 27. 343-347 [online]. [cit. 2017-02-25]: Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15986910>
- Haščík, P., Krivánek, L. 2001. Vitamíny rozpustné vo vode vo výživě ošípaných, *Farmář*. 7. 58 – 59.
- Hlúbik, P., Opltová, L. 2004. *Vitamíny*. Grada. Praha. ISBN 8024703734. 232 s.
- Hovorka, F., Sidor, V., Smíšek, V. 1987, *Chov prasat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-053-83. 362 s.
- Chan, K. H., Allen, C. E, Hegarty, P. V. 1999. The effect of vitamin E and indomethan on blood creatine phosphokinase and fatty acid composition of tissues from young rabbits. *The American Journal of animal Nutrition*, 32 (7). 1454-1401.
- International Pig Topics* 21 (7). 19-21 [online]. [cit. 2016-10-28]: Dostupné z [www.profiipress.cz/archiv/nas-chov-72007/?text=vitamin+B+prasata#page/48](http://www.profiipress.cz/archiv/nas-chov-72007/?text=vitamin+B+prasata#page/48)
- Jelínek, P., Koudela, K. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brně. ISBN 8071576441. 414 s.
- Khan, M., Ringseis, R., Mooren, F. C., Kruger, K., Most, E., Eder, K. 2013. Niacin supplementation increases the number of oxidative type I fibers in skeletal muscle of growing pigs. *BMC Veterinary research*, 9 [online]. [cit. 2016-12-03]: Dostupné z <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-9-177>
- Kodeš, A., Muřík, Z., Hučko, B., Kacerovská, L. 2001. *Základy moderní výživy prasat*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Katedra výživy a krmení hospodářských zvířat. 116.
- Krátký, F. 2001. Výživa prasniček – důležitý faktor reprodukce prasat. *VÚŽV Praha – Kostelec nad Ohří* [online]. [cit. 2016-10-28]: Dostupné z [www.naschov.cz/vyziva-prasnicek-dulezity-faktor-reprodukce-prasat](http://www.naschov.cz/vyziva-prasnicek-dulezity-faktor-reprodukce-prasat)
- Kuhn, M., Frohman, B., Peterse, A., Rubesam, K., Jatsch, C. 1998. Utilization of crude soybean lecithin as a native choline source in feed rations of fattening pigs. *Fett-Lipid*. 100. 78-84.

Lahučký, R., Bahelka, I., Novotná, K., Vašíčková, K.. 2005. Effect of dietary vitamin E and vitamin C supplementation on the level of alpha-tocopherol and L-ascorbic acid in muscle and on the antioxidative status and meat quality of pigs. *Czech Journal of Animal Science*. 50. s 175-184.

Lauridsen, C. 2012. Triennial growth symposium – Establishment of the 2012 vit. D requirements in swine with focus on dietary forms and levels of vit. D. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24398842>. 52-56

Lefaucheur, L., Milan, D., Ecolan, P., Le Callennec, C. 2004. Myosin heavy chain composition of different skeletal muscles in Large White and Meishan pigs. *Journal of Animal Science*. 1931-1941.

Lechowski, J., Kasprzyk, A. N., Tyra, M. I., Trawińska, B. 2016. Effect of ascorbic acid as a feed additive on indicators of the reproductive performance of Pulawska breed gilts. *Medycyna weterynaryjna-veterinary medicine-science and practice*. 72 (6). 378-82.

Letendre, M., Girard, C. L., Matte, J. J., Bernier J. F. 1991. Effect of intramuscular injections of folic acid on folates status and growth performance of weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 71. 1223-1231.

Li, Y., Zhang, X., Sun, Y. X., Feng, Q., Li, G.L., Wang, M., Cui, X. X., Kang, L., Jiang, Y. L., 2013. Folate deficiency during early-mid pregnancy affects the skeletal muscle transcriptome of piglets from a reciprocal cross. *Plos One*. 8 [online]. [cit. 2016-12-03]: Dostupné z <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0082616>

Mahan, D. C., Ching, S., Dabowski, K. 2004. Developmental aspects and factors influencing the synthesis and status of ascorbid acid in the pig, *Annual Review of Nutrition*. 24. 79-103 [online]. [cit. 2017-02-10]: Dostupné z <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.nutr.24.012003.132150>

Mahan, D. C., Vallet, J. L. 1997. Vitamin and mineral transfer during fetal development and the early postnatal period in pigs. *Journal of Animal Science*. 75. 2731-2738 [online]. [cit. 2017-03-03]: Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9331877>

McDowell, L. R. 2000. *Vitamins in animal and human nutrition*. Iowa State University Press. ISBN 978-0-8138-2630-1. 793 p.

Mindell, E., Mundis, H. 2006. Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii. Ikar. Praze. ISBN 8024907445. 576 s.

Murray, R. K. 2002. Harperova Biochemie. Lange medical book. Jirčany. ISBN 80-7319-013-3. 872 s.

Nutrient requirements of swine. 2012. National Academies Press. (ed.) Animal nutrition series. Washington. ISBN 978-0-309-22423-9. 420 p.

Ochodnický, D., Poltársky, J. 2003, Ovce, kozy a prasata. Bratislava: Príroda s.r.o. ISBN 80-07-11219-7, 103 s.

Pakin, C., Bergaentzlé M. , 2004. Fluometric determination of pantoic acid in foods by lipid chromatography with post-column derivatization. Journal of Chromatography. 1035 (1). 87-95.

Pieszka, M., Pasciak, P., Janik, A., Barowicz, T., Wojtysiak, D., Migdal, W. 2006. The effect of sex and dietary antioxidants beta-carotene, vitamins C and E in a CLA-enriched diet on the lipid profile and oxidative stability of pork meat. Journal of Animal and Feed Science. 13. 37-45.

Pinelli-Saavedra A., Caldero'n de la Barca A. M., Hernandez J., Valenzuela R., Scaife J. R. 2008. Effect of supplementing sows' feed with a-tocopherol acetate and vitamin C on transfer of a-tocopherol to piglet tissues, colostrum, and milk: Aspects of immune status of piglets. Research in Veterinary Science. 85. 92-100 [online]. [cit. 2016-10-15]: Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528807001919>

Pinelli-Saavedra, A., Caldero'n de la Barca, A. M., Herna'ndez, J., Valenzuela, R., Scaife, J. R. 2008. Effect of supplementing sows' feed with a-tocopherol acetate and vitamin C on transfer of a-tocopherol to piglet tissues, colostrum, and milk: Aspects of immune status of piglets. Research of Veterinary Science. 85. 92-100.

Pinelli-Saavedra, A., Scaife, J. R. 2005. Pre- and postnatal transfer of vitamins E and C to piglets in sows supplemented with vitamin E and vitamin C. Livestock Production Science. 97. 231-240.

Poin, S. J., van Heugten, E., See, M. T., Larick, D. K., Pardue, S. 2004. Effect of vitamin C supplementation on plasma ascorbic acid and oxalate concentrations and meat quality in swine. *Journal of Animal Science*. 82. 2004-2012.

Pulkrábek, Jan. 2005. *Chov prasat*. Profi Press. Praha. ISBN 8086726118. 157 s.

Ramanau, A., Kluge, H., Spilke, J., Eder, K. 2004. Supplementation of sows with L-carnitin during pregnancy and lactation improves growth of the piglets during the suckling period through increased milk production. *Journal of Nutrition*. 134. 86-92.

Ranjan R., Swarup D., Naresh R., Patra R. C. 2005. Ameliorative potential of L-ascorbic acid in bovine clinical mastitis. *The Indian Journal of Animal Science*. 75. 174-177 [online]. [cit. 2016-10-28]: Dostupné z

<http://scinet.dost.gov.ph/union/ShowSearchResult.php?s=2&f=&p=&x=&page=&sid=1&id=Ameliorative+potential+of+Lascorbic+acid+in+bovine+clinical+mastitis&Mtype=ANALYTICAL>

Rossi, C. A. R. 2010. Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e estratos cítricos: desempenho e características de carcaça. *Ciência Rural*, 40. 2343-2349.

Schneiderová, P. 2003. Požadavky prasnic na vitamíny během reprodukčního cyklu. *Agronavigator* [online]. [cit. 2016-12-03]: Dostupné z <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=email&val=10908>

Siva, R. A. M., Pacheco, G. D. 2015. Vinokurovas, S. L., de Oliveira, E. R., Gavioli, D. F. Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação. *Ciência Rural*. 45. 311-316.

Souza, V. L. F. 2001. A influência de dietas suplementadas com vitamina E desde o crescimento e terminação do suíno até o presunto cozido no seu período de validade: índices zootécnicos, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol. Universidade Estadual de Londrina. Londrina [online]. [cit. 2016-12-03]: Dostupné z [http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6\\_2006/557\\_558\\_87\\_94.pdf](http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2006/557_558_87_94.pdf)

Souza, V. L. F.; Silva, R.S.S.F. 2006. Dietary vitamin E supplementation on cholesterol and cholesterol oxides of pig meat and cooked ham. *Brazilian Archives of Biology and*

Technology. 49. 197-205 [online]. [cit. 2016-12-03]: Dostupné z [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132006000300003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132006000300003&script=sci_arttext)

Stahly, T. S., Williams, N. H., Lutz, T. R., Ewan, R. C., Swenson, S. G. 2007. Dietary B vitamin needs of strains of pigs with high and moderate lean growth. *Journal of Animal Science*. 85. 188-195.

Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J. 2013. *Základy chovu prasat*. Powerprint, Praha. ISBN 978808741587. 182 s.

Šimeček, K., Heger, J., Zeman, L., 2000. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 124. ISBN 80-715-7402-3.

Štípek, S. 2000. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. Grada, Praha. ISBN 8071697044.

Štípek, S. 2000. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. Garda Publishing. Havlíčkův Brod. s 320. ISBN: 80-7169-704-4

Teucher B., Olivares M., Cori H. 2004. Enhancers of iron absorption: Ascorbic acid and other organic acids. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 74, 403-419. DOI: 10.1024/0300-9831.74.6.403 [online]. [cit. 2017-01-19]: Dostupné z <http://econtent.hogrefe.com/doi/abs/10.1024/0300-9831.74.6.403>

Václavíková, E. 2013. O optimální výživě kanců. *Zemědělec*. 11. 12-13.

Velišek, J. 1999. *Chemie potravin*. OSSIS. Tábor. ISBN 8090239145.

Virbac. 2010. *Techniky řízené reprodukce v chovech prasat-nástroj ke zlepšení produkce i zdravotního stavu* [online] [cit. 2017-04-01]: Dostupné z: [http://www.virbac.cz/files/prasata/techniky\\_rizene\\_reprodukce.pdf](http://www.virbac.cz/files/prasata/techniky_rizene_reprodukce.pdf)

Výmola, J. 2007. Vitamíny a reprodukce prasat. *Náš chov*. 67. 48.

Walling, G. 2012. Evolution of Hydraulic/Injectable Insemination. In: *The Pig Site* [online] [cit. 2015-03-02]: Dostupné z: <http://www.thepigsite.com/swinenews/31253/evolution-of-hydraulic-injectableinsemination/>

Webb, R., Garnsworthy, P. C., Gong, J. G., Armstrong, D. G. 2004. Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*, 82. 63-74, DOI:10.2527/2004.8213\_supplE63x [online]. [cit. 2017-02-25]: Dostępne z [https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/abstracts/82/13\\_suppl/E63](https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/abstracts/82/13_suppl/E63)

Więckowski, W. 1980. Studies on the levels of L-ascorbic acid and deficient in vitamin C in pigs. Instytut Weterynarii, Puławy.



## 6. Seznam tabulek

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1 - Vliv vitamínu E v krmivu na reprodukční užitkovost prasnic po 5. vrhu .....            | 15 |
| Tabulka 2 - Optimální vitamínová výživa pro prasnice a kance - dle DSM (na kg směsi) .....         | 18 |
| Tabulka 3 - Vliv přídatku vitamínu C na kvalitu spermatu mladých kanců (200 mg/kg krmiva)<br>..... | 18 |

## 7. Seznam zkratek

b\* - podíl žlutého spektra

DFD – dark firm dry (tmavé, tuhé, suché)

Fe – železo

g – gram

kg – kilogram

l – litr

L\* - parametr světlosti

mg – miligram

ml – mililitr

pg – pikogramy

PSE – pale soft exudative (bledé, měkké, vodnaté)

µg – mikrogram