

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Česká zemědělská
univerzita v Praze

Vliv složení krmné směsi a restrikce krmiva na užitkovost
a zdravotní stav rostoucích králíků

Diplomová práce

Bc. Petra Prouzová
Živočišná produkce

doc. Ing. Zdeněk Volek, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv složení krmné směsi a restrikce krmiva na užitek a zdravotní stav rostoucích králíků" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.6.2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Zdeňku Volkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné a praktické rady, za velkou pomoc, ochotu a trpělivost při zpracování diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala mým rodičům a přátelům za podporování a trpělivost během celé doby studia. A především celou práci věnuji své babičce.

Vliv složení krmné směsi a restriktce krmiva na užitkovost a zdravotní stav rostoucích králíků

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv přídavku sušeného kořene čekanky obecné do krmné směsi na užitkovost a zdravotní stav rostoucích králíků a ověřit, zda uvedenou krmnou směs lze krmit *ad libitum* bez nutnosti aplikace restriktce krmiva. Byly vytvořeny 2 krmné směsi (kontrolní směs a pokusná směs). Pokusná krmná směs obsahovala sušený kořen čekanky obecné (10 %). Čekanka obecná byla do krmné směsi přidána jako zdroj fruktanů (rozpustná vláknina). V souladu s cílem práce měly kompletní krmné směsi podobný obsah hrubého proteinu, neutrálně detergentní vlákniny, hrubého tuku, limitujících aminokyselin, stravitelného proteinu a stravitelné energie. Pro sledování užitkovosti a zdravotního stavu bylo použito 240 brojlerových králíků (odstavených 32. den věku). Zvířata byla rozdělena do 3 skupin (80 králíků/skupina; 16 klecí/skupina; 5 králíků v kleci). První skupina králíků (skupina K) byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní krmnou směsí, 2. skupina králíků (skupina R) dostávala také kontrolní dietu ale s tím, že první 4 týdny po odstavení byli králíci krmeni restriktivně (80 % z příjmu *ad libitum*) a po zbytek výkrmu *ad libitum* a třetí skupina králíků (skupina Č) byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. Další 30 králíků (odstavených 32. den věku) bylo použito pro stanovení stravitelnosti živin diet. Zvířata byla rozdělena do 3 skupin (10 králíků/skupina, individuální ustájení v klecích) a krmena stejným způsobem, jak výše popsáno. Z pohledu celého výkrmu byl podle očekávání u králíků, kterým byla aplikována restriktce krmiva, pozorován o 2 g nižší průměrný denní přírůstek živé hmotnosti ($P = 0,044$) a lepší konverze krmiva ($P=0,003$) ve srovnání s králíky obou skupin krměných *ad libitum*. Konečná živá hmotnost králíků se však v rámci sledovaných skupin významně nelišila. Obecně lze říci, že přídavek čekanky do krmné směsi neměl negativní vliv na užitkovost králíků v rámci celého výkrmového období. U této skupiny králíků (s čekankou) byla zaznamenána nižší stravitelnost tuku ($P = 0,028$) a škrobu ($P = 0,001$). Hlavní výsledky se však týkají zdravotního stavu králíků. Podle očekávání nejvyšší sanitární index (součet uhynulých a nemocných králíků) byl zaznamenán u zvířat krměných *ad libitum* kontrolní dietou po celou dobu výkrmu (20 králíků) a naopak nejnižší u králíků, kterým byla aplikována restriktce krmiva (pouze 5 králíků). Zajímavým výsledkem je však nález, kdy u králíků krměných *ad libitum* pokusnou dietou obsahující čekanku, po celou dobu výkrmu, byl také pozorován signifikantně nižší sanitární index (8 králíků; $P=0,021$) ve srovnání s kontrolní skupinou. Z tohoto důvodu jsou výsledky diplomové práce přínosem, protože se ukázalo, že v případě použití krmné směsi obsahující sušený kořen čekanky je možné krmit zvířata *ad libitum* po celou dobu výkrmu, se stejným příznivým dopadem na zdravotní stav, jako v případě restriktce krmiva, která je však kritizována z pohledu welfare zvířat.

Klíčová slova: králík, příjem krmiva, živá hmotnost, rozpustná vláknina, poruchy trávení

Effect of diet composition and feed restriction on the growth performance and health status of growing rabbits

Summary

The diploma thesis aimed at evaluation of the inclusion of dried chicory root to rabbit diet on the growth performance and health status and verify, if it is possible to feed a diet with chicory root to rabbits *ad libitum* for the entire fattening period. Two diets were formulated: a control diet and a diet containing chicory root (10 %). Chicory root was added to the diet as a source of soluble fiber. In line with the aim of the dietary formulation, crude protein, neutral detergent fiber, ether extract, limiting amino acids, digestible energy and digestible protein contents were similar among the diets. A total of 240 rabbits (32 days of age) were used for both the growth performance evaluation and health status assessment. Rabbits were allocated to one of 3 groups (control K, R and C; 80 rabbits per group, 16 cages per group, 5 rabbits per cage). Control rabbits were fed *ad libitum* by the control diet for the entire fattening period (32 and 74 d of age); R rabbits were restrictively fed from 32 to 60 days of age (80% of the control group), and then fed *ad libitum* until 74 d of age; C rabbits were fed *ad libitum* by the diet containing chicory root for the entire fattening period (32 and 74 days of age). In addition, the digestibility of nutrients of diets was determined in 10 rabbits per treatment (32 days of age). For the whole fattening period, as expected, a lower average daily weight gain ($P=0.004$) and better feed conversion ratio ($P=0.003$) were observed in R rabbits than in other rabbits. The final live weight of rabbits, however, was not affected by treatments. In general, the dietary inclusion of dried chicory root had no negative effect on the growth performance in terms of the whole fattening period. The coefficient of total tract apparent digestibility of ether extract and starch was lower in rabbits fed the diet based on chicory root ($P=0.028$ and 0.001 , respectively). The main results are linked to health status. As expected, the highest sanitary index (sum of mortality + morbidity) was observed in rabbits fed the control diet *ad libitum* for the whole fattening period (20 rabbits), whereas the lowest sanitary index was recorded in restrictively fed rabbits for the first 4 week of fattening (5 rabbits). The lower sanitary index, however, was observed also in C rabbits fed *ad libitum* by the diet containing chicory root for the entire fattening period in comparison with the control rabbits (8 rabbits; $P=0.021$). Thus, it seems that it is possible to feed rabbits by the diet containing dried chicory roots *ad libitum* for the entire fattening period, without detrimental effect on health status. This finding is important because the feed restriction, in spite of its beneficial impact on rabbit health, is criticized in terms of welfare.

Keywords: rabbit, feed intake, live weight, soluble fibre, digestive disorders

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod | 8 |
| 2 Vědecká hypotéza a cíle práce | 10 |
| 3 Literární rešerše | 11 |
| 3.1 Chov králíků v České republice | 11 |
| 3.1.1 Historie chovu králíků | 11 |
| 3.1.2 Situace v chovu králíků v ČR | 12 |
| 3.2 Charakteristika středních plemen králíků a masná užitkovost | 13 |
| 3.2.1 Kalifornský (Kal) | 13 |
| 3.2.2 Novozélandský bílý (Nb) | 13 |
| 3.2.3 Burgundský (Bu) | 14 |
| 3.2.4 Siamský velký (Siv) | 14 |
| 3.2.5 Český albín (Ča) | 14 |
| 3.2.6 Velký světlý stříbřitý (Vss) | 14 |
| 3.2.7 Kuní velký (Kuv) | 15 |
| 3.2.8 Nitranský (Ni) | 15 |
| 3.2.9 Brojlerové králíci | 15 |
| 3.3 Systém krmení králíků v podmínkách komerční farmy | 16 |
| 3.3.1 Požadavky při tvarování krmiv | 17 |
| 3.3.2 Uskladnění kompletních směsí | 17 |
| 3.3.3 Systém využívání krmných směsí | 17 |
| 3.3.4 Příjem krmiva, vody a technika krmení králíků | 17 |
| 3.4 Hlavní faktory ovlivňující zdravotní stav faremně chovaných králíků | 19 |
| 3.4.1 Myxomatóza | 19 |
| 3.4.2 Mor králíků | 19 |
| 3.4.3 Poruchy trávení | 20 |
| 3.4.4 Odstav mláďat | 20 |
| 3.5 Složení krmných směsí pro brojlerové králíky | 21 |
| 3.5.1 Vojtěškové seno a úsušky | 21 |
| 3.5.2 Sójový, slunečnicový a řepkový extrahovaný šrot, lupina bílá | 21 |
| 3.5.3 Pšeničné otruby | 23 |
| 3.5.4 Cukrovarské řízky | 23 |
| 3.5.5 Oves | 23 |
| 3.5.6 Ječmen | 23 |
| 3.6 Nerozpustná a rozpustná vláknina | 23 |
| 3.7 Restrikce krmiva | 25 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Metodika | 27 |
| 4.1 | Charakteristika experimentálních kompletních granulovaných diet..... | 27 |
| 4.2 | Použitá zvířata a experimentální design | 29 |
| 4.3 | Analytické metody | 30 |
| 4.4 | Statistická analýza | 31 |
| 5 | Výsledky | 32 |
| 5.1 | Živá hmotnost králíků | 32 |
| 5.2 | Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti králíků | 33 |
| 5.3 | Průměrný denní příjem krmiva | 33 |
| 5.4 | Konverze krmiva..... | 35 |
| 5.5 | Zdravotní stav králíků | 35 |
| 5.6 | Stravitelnost živin | 36 |
| 6 | Diskuze | 38 |
| 6.1 | Zdravotní stav | 38 |
| 6.1.1 | Růst, spotřeba krmiva, konverze krmiva | 40 |
| 6.1.2 | Stravitelnost živin..... | 41 |
| 7 | Závěr | 42 |
| 8 | Literatura | 44 |

1 Úvod

Chov králíků a konzumace králíčího masa mají na našem území bohatou historii. Kromě produkce masa je však dnes tento chovatelský sektor stále více vnímán i pro možnost jeho mimoprodukčního využití, a i z tohoto důvodu, zejména u nejmladší generace chovatelů, může chov králíků pro produkci masa vzbuzovat etický problém. Lze však doufat, že i v budoucnu bude králíčí maso v České republice stále v oblibě a tradice konzumace tohoto druhu masa bude i nadále předávána dalším generacím (Šimek et al. 2019).

Současná celosvětová produkce králíčího masa je odhadována na 1,5 mil. tun (Cullere & Dalle Zotte 2018). Na uvedené globální produkci králíčího masa se podílí asi ze 73 % Asie (především Čína, která je největším světovým producentem, a Severní korea), dále Evropa (20 %) a zbytek připadá na Afriku a státy střední a jižní Ameriky. V Evropě se pro produkci masa chová asi 180 mil. králíků, z nichž přibližně 119 mil. (66 %) se chová na komerčních farmách a poráží na akreditovaných jatkách. Dalších 61 mil. (34 %) králíků se chová, prodává a konzumuje na úrovni domácích chovů, malochovů, prostřednictvím přímého a lokálního prodeje. Faremní chov králíků je soustředěn zejména ve 3 zemích, které reprezentují 83 % z celkové produkce králíčího masa v EU. Největším producentem je Španělsko, dále Itálie a Francie. Následují Německo, Česká republika, Ruská federace a Ukrajina (Trocino et al 2019).

Konzumace králíčího masa není populární celosvětově. Za hlavní oblast této tradice lze považovat Středomořský region, a to především Alžír, Kypr, Egypt, Francii, Itálii, Portugalsko, Španělsko a některé další evropské země jako jsou Česká republika, Belgie, Německo a Lucembursko.

Z nutričního a dietetického hlediska je známo, že králíčí maso nabízí excelentní vlastnosti. Především je charakterizováno vysokým obsahem proteinu, vysokou hladinou esenciálních aminokyselin a vysokou stravitelností proteinu. Obsahuje málo tuku, což znamená, že konzumaci tohoto druhu masa se přijme pouze mírné množství energie. Obsah a profil mastných kyselin v tomto mase je z hlediska humání výživy příznivý. V králíčím mase je nízký obsah cholesterolu a sodíku, což je vhodné zejména pro jídelníček hypertoniků. Naopak je dobrým zdrojem fosforu. Je známo, že králíčí maso je jedním z nejbohatších zdrojů vitamínu B₁₂ (díky cékotrofii). Dále toto maso obsahuje nízké hladiny purinů, což mohou ocenit lidé trpící dnou (Dalle Zotte & Szendrö 2011). Králíčí maso je i příznivě hodnoceno pro svou křehkost, vlastnost, kterou oceňují děti z hlediska jejich preferencí pro konzumaci masa.

Ačkoliv se z výše zmíněného může zdát, že králíčí maso z pohledu dnešního spotřebitele, který svůj jídelníček stále více posuzuje z pohledu nutriční vyváženosti, bude druhem masa první volby, není tomu tak. Konzumace králíčího masa v Evropě dramaticky klesá (Pettracci et al. 2018). A to i přes skutečnost, že Světová zdravotnická

organizace doporučuje konzumaci králíčího masa pro děti. Stále se však zdá, že existuje více argumentů, které převažují překážky v konzumaci králíčího masa.

Hlavní předností konzumace tohoto druhu masa je tradice. To je těžký argument, protože vedle sebe stále žije několik generací, pro které je králík běžnou součástí třeba nedělních obědů. Další předností je již zmíněná nutriční a dietetická kvalita králíčího masa. Dále například i skutečnost, že v případě konzumace králíčího masa neexistují náboženská tabu (jedinou výjimku tvoří álevité v Turecku – odnož šíitského islámu). A v neposlední řadě může být předností i specifická chuť králíčího masa (Volek 2019).

Jednou z překážek konzumace králíčího masa je jeho cena, která nemůže konkurovat kuřecímu či vepřovému masu. Ale daleko důležitějším a závažnějším problémem je obava o welfare zvířat (pohoda zvířat). Tento faktor je dnes jedním z hlavních kritérií, podle kterých konzument definuje kvalitu masa a masných výrobků. To je také klíčový aspekt orientace preference konzumentů při výběru druhu masa a je proto nutné mít otázku welfare zvířat stále na zřeteli.

Pohoda zvířat, kromě jiných skutečností, je dána vhodnou výživou a technikou krmení. V případě králíků je výživa a krmení určujícím faktorem zdraví. Optimální složení krmných směsí a hledání nových, vhodných komponent pro diety králíků je proto dnes velmi významné téma, na které je zaměřena i předkládaná diplomová práce.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézou je, že kompletní granulovanou výkrmovou směs obsahující sušený kořen čekanky obecné lze krmit ad libitum bez negativního dopadu na zdraví trávicího traktu a užitkovost rostoucích králíků.

Cílem diplomové práce bude zjistit vliv přídatku sušeného kořene čekanky obecné do krmné směsi na užitkovost a zdravotní stav rostoucích králíků a ověřit, zda uvedenou krmnou směs lze krmit ad libitum bez nutnosti aplikace restrikce krmiva.

3 Literární rešerše

3.1 Chov králíků v České republice

3.1.1 Historie chovu králíků

Jedním z nejpozději domestikovaných zvířat s evropskými kořeny je králík (Mach & Majzlík, 2000). První zmínky pocházejí ze Španělska, na našem území se králíci chovali asi od 15. století (Šimek et al. 2019). Ve středověku se králíci chovali v kláštorech, jejich chov se rozšiřoval v Anglii a Německu (Štětka 2015). Obecně lze říci, že v českých zemích má chov králíků dlouholetou tradici (Drba 2015).

Poprvé byli v Čechách králíci veřejně vystaveni v Březnici při hospodářské výstavě píseckého kraje v roce 1863. Další významná výstava se konala v roce 1874 v Praze-Bubenci, a to Krajská výstava. V roce 1876 byl založen první chovatelský spolek v Roudnici na Labem (Štětka 2015). V roce 1898 doktor Jan Václav Kálal založil „První český spolek pěstitelů králíků“ a v roce 1903 se konala první samostatná výstava králíků (Mach & Majzlík 2000).

Zmíněný J. V. Kálal, který pocházel z Bernardic u Tábora, zpopularizoval domácí chov králíků natolik, že již počátkem 20. století se z králíčího masa stala běžná a žádaná potravina, zejména pro nižší a střední společenské vrstvy vesnického obyvatelstva. K propagaci chovu králíků Kálal využil jejich produkční znaky, podložené mimořádným reprodukčním potenciálem a poměrně skromnými nároky králíků na chov a ošetřování (Šimek et al. 2019).

Velký rozvoj zaznamenal chov králíků v obou světových válkách (Drba 2015). Hospodářský význam králíka coby poměrně nenáročného zdroje kvalitního masa byl umocněn v období druhé světové války. I přes určitá omezení chov čistokrevných králíků pokračoval dál, byť byla zdůrazněna hlavně jeho produkční schopnost (Šimek et al. 2019).

V období mezi světovými válkami byla vyšlechtěna plemena český albín a český červený. Po válce byla vyšlechtěna plemena český luštič a český černopesíkatý (Tůmová et al. 2014). V poválečném období se více začal preferovat intenzivní chov jiných hospodářských zvířat. Chov králíků po válce poklesl tak, že v roce 1951 bylo organizováno jen 12 000 chovatelů, přičemž značná rozdílnost byla v jednotlivých oblastech republiky. Například, jenom v brněnském regionu k 1. prosinci 1949 existovalo 60 spolků sdružujících celkem 1020 chovatelů, kteří tehdy měli v držení 900 samců a 3250 králic čistokrevných plemen (Šimek et al. 2019).

Nejvýraznější rozvoj nastal v 60. letech minulého století, kdy se zvýšily počty králíků i počty plemen (Tůmová et al. 2014).

Farmový chov králíků pro masnou produkci byl výrazněji upřednostňován až od konce 60. let minulého století, kdy byla vyčleněna zejména plemena novozélandský bílý, kalifornský a francouzský stříbrný (a jejich kříženci) pro předpokládané masné využití ve faremních chovech. Později se některá tato plemena rozšířila i do sféry drobného chovu (Šimek et al. 2019).

Rozvoj faremních chovů však nastal až po roce 1990 v souvislosti s transformací zemědělství. Při zakládání chovů se vycházelo z dosavadních italských a francouzských zkušeností (Mach & Majzlík 2000).

Tradice čistokrevného chovu u nás trvá 150 let. Chovaný genofond čistokrevných králíků v České republice je v současnosti představován přibližně 70 uznanými plemeny (Šimek et al. 2019).

Do Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu v zemědělství jsou již od jeho počátku zahrnuta tato národní plemena králíků: český strakáč, český albín, český červený, český luštič, český černopesíkatý, moravský modrý a moravský bílý hnědooký. Tradičně jsou chována na území České republiky v čistokrevné plemenitbě garantované chovateli sdruženými v Českém svazu chovatelů, jeho základních organizacích a speciálních klubech pro jednotlivá plemena (Martinec et al. 2019).

3.1.2 Situace v chovu králíků v ČR

Pokud se týká stavů králíků celkem lze říci, že oproti minulým letům se v roce 2016 zastavil jejich pokles (Josrová & Roubalová 2017). Velký vliv na stabilizaci chovaných zvířat měla vyšší poptávka po tomto druhu masa, srovnatelná s rokem 2015. Poptávka byla vyšší než produkce, takže nabídka byla doplněna dovozy převážně živých jatečných králíků a také dovozy králíčího masa. Pro ilustraci, největší stavy králíků celkem byly v roce 1999, a to 16,8 milionů kusů, zatímco v roce 2016 bylo zaznamenáno pouhých 5,4 milionů kusů králíků; tedy pouze 32 % ze stavů v roce 1999. Důvodem tak dramatického poklesu mezi lety 1999 a 2014 bylo snížení odbytu králíčího masa nejenom na tuzemském trhu, ale i na zahraničních trzích. Z poslední situační a výhledové zprávy (Josrová 2018) vyplývá, že v roce 2017, v porovnání s rokem 2016, celková nabídka králíčího masa vzrostla o 3,2 %. Dovoz meziročně vzrostl o 7,2 % a vývoz se zvýšil o 75 %. Domácí spotřeba králíčího masa v roce 2017, v porovnání s rokem 2016, vzrostla o 5,7 %. Odhad na rok 2018 předpokládá meziroční pokles celkové nabídky o 4,2 %.

Spotřebitelská cena se od roku 1995 neustále zvyšovala a byla určujícím faktorem odbytu králíčího masa. Ceny králíčího masa jsou závislé na výši poptávky, na cenách ostatních druhů mas na tuzemském trhu a také na uplatnění králíčího masa na zahraničním trhu. Králíčí

maso je jedním z nejdražších na tuzemském trhu (Josrová & Roubalová 2017). V roce 2015, 2016 a 2017 spotřebitelská cena za domácího králíka meziročně stagnovala okolo 173 Kč/kg. V lednu až říjnu roku 2018 dosáhla cena 176,87 Kč/kg (Josrová 2018).

V současné době se intenzivní chov brojlerových králíků v ČR potýká s vysokými náklady, kde hlavní úlohu sehrává globální konverze krmiva (Volek 2015). Největší dopad na globální konverzi krmiva má období odstavu mláďat a následný výkrm. Zatímco ztráty v tomto období vznikající nejnebezpečnějšími virovými nákazami, morem a myxomatózou, lze efektivně eliminovat preventivní vakcinací, problémy spojené s poruchami trávení často přetrvávají. V tomto ohledu je nutné hledat optimální strategie výživy králíků. Uvedená problematika je proto předmětem této diplomové práce.

3.2 Charakteristika středních plemen králíků a masná užitkovost

Střední plemena králíků, z pohledu klasického rozdělení plemen (velká plemena, střední plemena, malá plemena či zakrslá plemena), tvoří nejpočetnější skupinu. Současný vrovník plemen králíků uvádí 37 středních plemen.

Samostatnou skupinu v rámci středních plemen tvoří masná plemena; Kalifornský, Novozélandský bílý, Burgundský, Siamský velký, Český albín, Kuní velký, Velký světlý stříbřitý, Nitranský a různé hybridní kombinace (brojlerový králík). Králíci těchto plemen se vyznačují rychlým růstem. Vykrmená i zdravá dospělá zvířata mají výrazné a na první pohled patrné osvalení pánevních končetin a hřbetu (Mach & Majzlík 2000). Při intenzivním výkrmu brojlerových králíků, při kterém je vykrmeným zvířatům bez omezení zkrmována pouze kompletní granulovaná krmná směs, může být výkrm ukončen již ve věku 3 měsíců, při živé hmotnosti 2-2,6 kg (Dalle Zotte 2014).

3.2.1 Kalifornský (Kal)

Významným zástupcem masných plemen je králík Kalifornský, který má výrazně zavalité tělo se širokou hrudní i pánevní partií, které jsou dobře osvalené. Tento králík má zešíroka nasazené končetiny (Mach & Majzlík 2000). Délka uší je 10,5-11,5 cm. Parciální partie těla (maska, pířko, uši a konce končetin) má zbarvené ve třech barevných rázech, a to buď černá nebo modrá nebo havanovitá. Váha je mezi 4-5 kg (Zadina 2003).

3.2.2 Novozélandský bílý (Nb)

Králík plemene Novozélandský bílý má mimořádně osvalené a zavalité tělo, které je krátké, s abnormálně širokou hrudní, a zvláště pánevní partií. Končetiny jsou silné, masivní, krátké, zešíroka nasazené. Vyznačuje se krátkým krkem, který se projevuje

jen nepatrným krčním zářezem. Délka uší je 10-11 cm, uši jsou zakulacené, vzpřímené, velmi zmasilé, dobře osrstěné a lžičkovitě otevřené. Barva po celém těle je čistě bílá. Ideální váha je 4-5 kg (Zadina 2003).

3.2.3 Burgundský (Bu)

Toto plemeno se vyznačuje zavalitým tělem se silným osvalením, zejména pánevní partie. Hlava má širší čelní i nosní partii, u samců jsou výrazně vyvinuty skráně (boční část hlavy). Mají žlutočervenou barvu krycích chlupů. Oční kroužky, skráňová obruba, vnitřní strany končetin, břicho a spodina pířka jsou světle krémové. Uši má jemnější, masitější, lžičkovitě otevřené, ke konci zaoblené. Jejich délka je 11,5-13 cm. Hmotnost se pohybuje mezi 4-5 kg (Zadina 2003).

3.2.4 Siamský velký (Siv)

Vyznačuje se zavalitým, širokým tělem, válcovitého tvaru s dobrou zmasilostí. Hlava je široká v čelní i nosní partii, u samic o něco jemnější. Má velmi krátký krk. Končetiny jsou kratší a silnější s polovzpřímeným postojem. Uši jsou masité, na koncích dobře zaoblené o délce 11-12 cm. Srst má hustou se siamskými znaky. Ideální váha je 3,5-5 kg (Zadina 2003).

3.2.5 Český albín (Ča)

Plemeno Český albín bylo vyšlechtěno profesorem Josefem Žofkou z Kladna po první světové válce. Zajímavostí je, že ve stejnou dobu vznikají v USA velmi podobná bílá plemena králíků s užitkovými ambicemi plemen Kal a Nb. Plemeno Český albín bylo uznáno až v roce 1931. Tělo je mírně zavalité, válcovité, se silným osvalením. Končetiny má silné, středně dlouhé. Hlavu má širokou, zejména v čelní a nosní partii. U samic jsou tyto partie poněkud jemnější. Uši jsou masité, dobře osrstěné, vzpřímené, zaoblené na konci a lžičkovitě otevřené. Jejich délka je kolem 12,5 cm. Barvu má po celém těle bílou (Zadina 2003). Optimální živá hmotnost je 4,5-5 kg, má velmi dobré parametry masné užitkovosti, vysokou jatečnou výtěžnost a mateřské vlastnosti (Martinec et al. 2017).

3.2.6 Velký světlý stříbřitý (Vss)

Tělo je zavalité, tvoří masivní válec se širokou hrudní a pánevní partií. Hlavu má robustní, silnou, širokou a mírně klabonosou. U samic jsou tyto znaky jemnějšího rázu. Hrudní končetiny jsou silné se středně vysokým postojem. Uši jsou masité, lžičkovitě otevřené o délce 12-13 cm. Krk je velmi krátký, ale silný. Celkový dojem barvy králíka je mléčný (tj. vzniká průsvitem podsadových chlupů k světlému krycímu chlupu a pesíkům). Váha se pohybuje mezi 4,5-5,5 kg (Zadina 2003).

3.2.7 Kuní velký (Kuv)

Toto plemeno má poměrně široké, zavalité, dobře osvalené tělo, kratší a silnější končetiny s polovzpřímeným postojem. Je chován v modrém a hnědém barevném rázu (Mach & Majzlík 2000). Výborná masná užitkovost těchto plemen je dána jejich charakteristickou stavbou těla. Mají výrazné osvalení se širokou hrudní a pánevní partií (Mach & Dokoupilová 2017). Uši jsou dlouhé 11-12 cm, masité, na koncích dobře zaoblené. Ideální váha se pohybuje mezi 4-5 kg. Ke kuním znakům patří tmavé zbarvení uší, nosní masky, očních kroužků, pířka a končetin, jakož i tmavší skráňové skvrny a světlá čelní partie, zvaná zrcadlo (Zadina 2003).

3.2.8 Nitranský (Ni)

Tělo má velmi zavalité se širokou hrudní a pánevní partií, s výrazným osvalením stehen. Hlava má širokou nosní a čelní partii. Končetiny jsou kratší, širěji nasazené a silnější s polovzpřímeným postojem. Délka uší je 11-12 cm, jsou pevné, dobře osrstěné, masité, na koncích zaoblené. Srst je hustá, pružná. Krycí barva je čistě bílá. Váhu má 4,25-5,25 kg (Zadina 2003).

3.2.9 Brojleroví králíci

Výchozí linie tohoto králíka byly vyšlechtěny z králíků středních, masných plemen (Mach & Dokoupilová 2017). Na našem území se většinou využívají komerční hybridy Hyplus a Hyla. Obecně se tyto linie králíků vyznačují vysokou intenzitou růstu. Samice lze poprvé zapouštět ve věku 4-5 měsíců, na horní hranici tohoto rozmezí lze připouštět samce (Mach & Majzlík 2000). Velikost vrhu na farmách bývá nejčastěji 8-12 živě narozených králíčat, to znamená 40–60 mláďat ročně od jedné králice (Dalle Zotte 2014).

Využití vysokého genetického potenciálu brojlerových králíků pro růst a masnou užitkovost je možno dosáhnout pouze plnohodnotnou výživou kompletními granulovanými krmnými směsí, kdy užitkovost v současné době může dosahovat 45 g denního přírůstku živé hmotnosti, s průměrnou denní spotřebou krmiva 130 g a konverzí krmiva kolem 3 kg (Volek 2017).

Brojlerový králík je ceněn též z pohledu reprodukční užitkovosti. Důležitým momentem ekonomiky chovu je vhodný management, kdy je nutné vnímat reprodukční rytmus spolu s vhodnou produkcí mateřského mléka. Vyšší produktivita králic sebou nese i zvýšené nároky na tělesnou kondici samic a zdravotní stav zvířat obecně. Výzkum v této oblasti se proto zaměřuje na hledání optimálních řešení v souvislosti s počtem laktací a zdravotním stavem zvířat (Castellini et al. 2003).

V případě výkrmu králíků je užitkovost též podmíněna ustájením. Je známo, že individuální ustájení přináší lepší užitkovost. Autoři Maertens a De Groot (1984) popsali, že přírůstek a finální živá hmotnost zvířat se snižují s narůstajícím počtem králíků v kleci. Individuální ustájení králíků však v současné době, z pohledu well-being zvířat, není možný. Výkrm králíků proto probíhá ve skupinách, tak aby se vyhovělo přirozenému chování těchto zvířat. Je však nutné dodržet optimální hustotu osazení, ať už z pohledu welfare či ekonomiky chovu (Szendrő & Dalle Zotte 2011; Verspecht et al. 2011). Welfare králíků dnes z hlediska veřejnosti sehraává významný aspekt budoucího vývoje tohoto zootechnického sektoru a je proto nutné stále hledat nové možnosti obohacení ustájení, která budou dále podporovat dobré životní podmínky zvířat (Vanhonacker et al. 2010; Szendrő et al. 2019).

3.3 Systém krmení králíků v podmínkách komerční farmy

Ve faremních chovech jsou králíci výhradně krmeni kompletními granulovanými směsmi. Krmné směsi jsou sestaveny tak, aby svým složením odpovídaly jednotlivým kategoriím králíků. Uvedné je důležité z hlediska užitkovosti zvířat a zdravotního stavu. Užitkovost a zdravotní stav pak souvisí s konverzí krmiva, která představuje hlavní ekonomickou zátěž farmy. Je známo, že náklady na krmivo reprezentují 60 až 70 % z celkových nákladů. Hlavním úkolem chovatele je proto snižovat globální konverzi krmiva (Maertens 2020).

Využívání granulace krmiv má v tomto ohledu řadu výhod. V případě granulované krmné směsi lze zvířatům nabídnout plnohodnotnou dietu a využít vedlejší produkty zemědělské výroby. V případě, že se krmiva pouze smíchají (bez následného tvarování krmiva), dochází k tomu, že si králíci vybírají podle chutnosti. Tato skutečnost vede k poklesu příjmu krmiva, přírůstku živé hmotnosti, a tedy zhoršení konverze krmiva. Granulace také snižuje prašnost, plýtvání krmivy apod. Granulovaná krmiva králíci silně preferují před jinou formou podávání krmiv (např. mačkání, šrotování). V případě srovnání granulace krmiv s uvedenou alternativou vždy došlo ke zhoršení konverze krmiva (Harris et al. 1983; Schlögl 1995). Místo granulované krmné směsi může být králíkům podávána extrudovaná krmná směs. Králíci akceptují takto upravenou směs, pokud je pevnost a tvrdost přijatelná, ale užitkovost zvířat, zejména přírůstek živé hmotnosti obvykle klesá, zejména u rostoucích králíků. Snižovaný denní přírůstek živé hmotnosti zřejmě souvisí s degradací kvality proteinu, ke které dochází v důsledku vysoké teploty během extruze krmiva (Maertens & Luzzi 1995).

Z uvedeného lze říci, že pro intenzivní chov králíků je kompletní granulovaná směs vhodnou formou podávání krmiva jak z pohledu splnění nutričních požadavků králíků z hlediska užitkovosti, tak také zejména z pohledu zdraví a tělesné kondice zvířat. Jiné alternativy snižují příjem krmiva a zvyšují nároky na obsluhu (Maertens 2020).

3.3.1 Požadavky při tvarování krmiv

Pokud se týká kvality granulí, mají jejich délka a průměr zásadní význam. Délka granulí má být mezi 0,8 a 1 cm. Pokud jsou granule delší, existuje vyšší riziko zlomení během manipulace, ztrát a tím zhoršení konverze krmiva. Také průměr granulí má svůj význam z pohledu užítkovosti zvířat. Průměr pelet by měl být v rozmezí 3 až 4 mm, což opět souvisí se ztrátami granulí (vyšším odpadem) a ekonomikou chovu (při průměrech > 5 mm).

Na druhou stranu malý průměr granulí (<2,5 mm) má tendenci snižovat příjem krmiva (Maertens 1994; Gidenne et al. 2003a). U králíků před odstavením (18-31 den věku), kterým byly podávány granule s průměrem nižším než 2,5 mm, došlo k výraznému poklesu krmiva ve srovnání s králíčky, kterým byly podávány granule o průměru 3,5 mm. Také se nedoporučuje měnit průměr granulí v době odstavení (přechod z granulí o větším průměru na granule s menším průměrem), protože dochází k poklesu růstu živé hmotnosti (Maertens 1994). Z uvedeného je zřejmé, že tvar granulí má významnou úlohu z hlediska užítkovosti zvířat.

3.3.2 Uskladnění kompletních směsí

S využitím venkovních sil by měla být doba skladování omezena na 3–4 týdny. V důsledku kolísání teplot může krmivo zvýšit svou vlhkost a snáze podléhat zkáze (plesnivět). Při skladování na suchém místě lze králíčí krmivo s obsahem sušiny nejméně 90 % skladovat po dobu několika měsíců. Krmivo lze ručně zakládat jednou denně, u automatických krmných systémů se obvykle krmivo zakládá několikrát denně (Maertens 2020).

3.3.3 Systém využívání krmných směsí

Obvykle se na farmách používají dvě nebo tři krmné směsi, určené pro konkrétní kategorie králíků (růst, výkrm, reprodukce). Každá směs má určené venkovní silo. Výkrm a reprodukce probíhá odděleně, tzn., že každá kategorie králíků je v jiné části chovných prostor. Ve výkrmu se spotřebuje asi 50-60 % z celkové potřeby krmiv, v reprodukční jednotce pak 40–50 % (Maertens 2020).

3.3.4 Příjem krmiva, vody a technika krmení králíků

Příjem krmiva se během reprodukčního cyklu značně liší, od 150 g do 450 g na 1 den. Spotřeba krmiva se zvyšuje s narůstající produkcí mléka a postupně se snižuje. Příjem krmiva v období výkrmu je od 115 do 150 g krmné směsi / den / králík. Poměr spotřeby krmiva ke spotřebě vody se během výkrmového období zvyšuje z 1,55 na 1,65 g (Laffolay 1985). U dospělých nekojících králíků je asi 1,9. V případě, že králík nemá k dispozici dostek vody, snižuje příjem krmiva. Je proto nutné stále kontrolovat stav napáječek. Omezený příjem vody se někdy doporučuje jako určitá forma restrikce krmiva (Boisot et al. 2004).

Ve faremních chovech se králíci zpravidla krmí *ad libitum*. Restrikce krmiva se někdy doporučuje v době březosti, aby zvířata nezatloustla a pro první inseminaci měla uloženu pouze fyziologickou zásobu tělních tkání (40 g krmné směsi/den/kg živé hmotnosti). Také samice mimo reprodukční období se krmí restringovaně (40 g krmné směsi/den/kg živé hmotnosti) nebo těžší linie chovných samců. Dále se restrikce krmiva může uplatnit v období výkrmu, kdy se tato technika doporučuje pro snižování zdravotních rizik u rostoucích králíků (Gidenne et al. 2003b). Není potřeba restrikční krmnou dávku dělit do více porcí během dne (Tudela & Lebas 2006).

Pokud se týká techniky krmení v období březosti, jak výše uvedeno, doporučuje se restrikce krmiva a první inseminace v 17-20 týdnech věku. Cílová hmotnost na začátku reprodukční kariéry by měla představovat 85-90 % dospělé živé hmotnosti králíc (Rommers et al. 2006). Během druhé půle březosti je vhodné krmit zvířata *ad libitum*. Tímto způsobem lze zvýšit velikost vrhu, produkci mléka a vyšší hmotnost králíčat při odstavu. Jako jednu z metod biostimulace, z pohledu synchronizace říje, lze zmínit flushing (vyšší koncentrace živin v krmné směsi), který se obvykle aplikuje 4 až 5 dnů před inseminací (Rommers et al. 2006). Efekt této metody však není vždy signifikantní. Další technikou krmení, kterou lze využít pro období březosti, je podávat krmnou směs bohatou na vlákninu, a tedy s nízkým obsahem stravitelné energie (Cervera et al. 2008). Tuto směs lze krmit *ad libitum*, protože nedochází k překrmení. Výhodou této techniky je zvýšení kapacity žaludku pro vyšší příjem krmiva v období první laktace. Stejně tak u králíc po více porodech se doporučuje po odstavu restrikce krmiva, aby nedocházelo k překrmení a tím vyšší perinatální mortalitě.

Samci zvyšují svůj příjem krmiva až do věku 5 měsíců. Lze tedy krmit *ad libitum* bez obavy, že bude ovlivněno libido či kvalita ejakulátu (Luzi et al. 1996). Restrikce krmiva se proto nedoporučuje, kromě, jak výše uvedeno těžších linií, kde by mohl být problém s otlaky.

Samice během laktace mají díky vysoké produkci mléka značné požadavky na spotřebu živin a energie (Maertens et al. 2006). V období laktace je nutné podávat směs s vysokým obsahem stravitelné energie, která stimuluje požadovanou produkci mléka. Tato směs se krmí *ad libitum* (Fortun-Lamothe et al. 2000). Stále není vyřešena otázka antagonismu v nutričních potřebách samic a jejich mláďat. V praxi se vychází z faktu, že prvních 21 dnů je pro králíčata výhradní potravou mléko a proto se upřednostní matka a podává se laktační dieta. Po 3 týdnech laktace, kdy králíčata začínají též přijímat pevné krmivo, se zvýhodní mláďata, a jak samicím, tak potomstvu se podává výkrmová krmná směs. Tímto způsobem se zvyšuje rezistence králíčat k poruchám trávení (Xiccato et al. 2006; Gidenne et al. 2007).

Výživa a krmení králíků po odstavu vychází z náchylnosti králíků k poruchám trávení. Na toto téma probíhal a probíhá intenzivní výzkum, kdy se hledá optimální složení krmných směsí či technika krmení, které alespoň částečně náhradí funkci dnes zakázaných krmných antibiotik. Příznivých výsledků v tomto ohledu bylo dosaženo restrikcí krmiva (Maertens 2020;

Gidenne et al. 2003b), o které bude pojednáno v jedné z následujících kapitol. Na tomto místě lze učinit poznámku, že omezeného příjmu krmiva lze dosáhnout nejen restrikcí krmiva, ale též částečnou restrikcí vody (Boisot et al. 2003, 2004).

3.4 Hlavní faktory ovlivňující zdravotní stav faremně chovaných králíků

Zdraví králík je čilý, pravidelně žere, má suchou, lesklou a hladkou srst, jasné oko, které nemokvá. Oproti tomu nemocná zvířata často mívají průjem nebo zácpu, nežerou, hubnou, oko a srst jsou opakem králíka zdravého.

Základní rozdělení nemocí, které v menší nebo větší míře postihují chovy, jsou nemoci nakažlivé, tedy infekční, a nenakažlivé, neinfekční. Mezi nakažlivé nemoci způsobené viry řadíme především myxomatózu a mor králíků (Mach & Majzlík 2000).

Další nakažlivé nemoci jsou způsobené bakteriemi (pasteurelóza, salmonelóza), vnitřními cizopasníky (kokcidióza, toxoplazmóza), vnějšími cizopasníky (svrab králíků), plísněmi (nejčastěji rodu *Trichophyton*) či polyfaktoriálními vlivy jako jsou infekční rýma králíků, průjmové onemocnění, otlaky končetin a záněty mléčné žlázy (Mach & Majzlík, 2000).

Licois (2004) uvádí, že v posledních letech bylo dosaženo znatelného pokroku, pokud jde o znalosti patogenních organismů týkajících se gastrointestinálního traktu králíka. Stále není znám přesný původce velmi infekčního onemocnění ERE (epizootická králíčí enterokolitida), ale daří se toto onemocnění potlačit vhodnou technikou krmení, hygienou a dalšími opatřeními. Díky výše uvedenému se minimalizuje využívání různých léčiv, což je důležité jak pro spotřebitele, tak pro chovatele a samotná zvířata.

3.4.1 Myxomatóza

Myxomatóza se vyskytuje v chovech králíků převážně během léta a podzimu. Toto onemocnění je přenášeno přímým kontaktem mezi zdravými a nemocnými králíky, dále pak pomůckami, a hlavně bodavým hmyzem. Většina postižených zvířat hyne. Prevencí je pravidelná vakcinace chránící králíky jeden rok (Mach & Majzlík 2000).

3.4.2 Mor králíků

Mor králíků má velmi rychlý průběh a vysokou mortalitu. Jediná ochrana je preventivní vakcinace a dodržování sanitárních opatření (Mach & Majzlík 2000).

3.4.3 Poruchy trávení

Hlavní příčinou nemocnosti a úmrtnosti králíků ve výkrmu jsou poruchy trávení. Způsobují významné ekonomické ztráty na komerčních farmách. Mezi specifickými příčinami střevní patologie převládají paraziti (kokcidie) a některé bakterie, zejména enteropatogenní *Escherichia coli*. Od roku 1997 se v Evropě objevil, jak výše zmíněno, nový gastrointestinální syndrom ERE s podobnými příznaky, které se uvádějí pro charakteristiku tzv. mukoidní enteropatie; s vysokým výskytem mortality a morbidity. Etiologický původ tohoto objevujícího se onemocnění nebyl prozatím identifikován. V tomto ohledu probíhá ve světě intenzivní výzkum. Navzdory obtížím byl vytvořen experimentální model pro studium ERE a některé týmy se soustředí na úsilí identifikovat a izolovat patogenní původce této choroby (Licois 2004).

Citlivost králíkat k těmto onemocněním v období po odstavu je způsobena především línáním, výměnou mléčných zubů, přechodem na rostlinnou potravu, a především ukončením protektivní role tzv. mléčného oleje (kyselina kaprylová a kaprinová), který chrání trávicí trakt králíkat v období mléčné výživy (Skřivanová et al. 2005; Maertens et al. 2006; Martinec 2015).

Požadavky na jednotlivé složky krmné dávky pro králíčata po odstavu jsou dnes komplexně specifikovány, přičemž hlavní jsou vláknina (frakce buněčných stěn + rozpustná vláknina), škrob a bílkoviny a jejich zdroje (Gidenne & Fortun-Lamothe 2002; Carabaño et al. 2008).

Obecně lze říct, že pro rozvoj zdravého trávení králíkat je nutný dostatek vlákniny (acidodetergentní vláknina 18-20 %) a jen omezené množství jaderných krmiv (obsah škrobu v krmné dávce by neměl přesahovat 14-16 %), přičemž ani celkový obsah bílkovin v krmné dávce by neměl být v tomto období přes 15 % (Martinec 2015).

Na redukci poruch trávení u rostoucích králíků se hojně začala využívat i lupina bílá jako alternativní zdroj dusíkatých látek (Drba 2015). Mezi ne-nutriční faktory můžeme zařadit obohacený systém ustájení („all-in/all-out“) (Volek 2015).

3.4.4 Odstav mláďat

Odstav králíků se obvykle provádí ve věku 33-37 dní, kdy jejich hmotnost je 90-110 dkg. Velmi se osvědčuje provést nadvakrát, nejprve silnější mláďata a pak zbytek (Drba 2017). Lze provádět též časný odstav (25. den po odstavu), který zkracuje laktaci a tím vychází vstříc samicím, protože zvyšuje čas pro obnovu tělesných rezerv (např. Nicodemus et al. 2002). Řada autorů však popisuje, že kratší doba laktace může zvyšovat poruchy trávení králíků po odstavu a spíše tento způsob nedoporučuje (Feugier et al. 2006; Volek et al. 2007; Romero et al. 2009). Negativní vliv časného odstavu králíků lze připsat zejména nedostatečné aktivitě trávicích enzymů (Dojana et al. 1998; Scapinello et al. 1999; Gutiérrez et al. 2002a,b). V důsledku této skutečnosti se dostává do kaudálních oddílů

trávicího traktu větší část nestrávených živin, což může zvýhodnit střevní patogení mikroflóru. Změny ve složení střevní mikroflóry mohou být považovány za možnou primární příčinu uvedených poruch trávení (De Blas 2013). V tomto ohledu někteří autoři uvádějí, že pozdější odstav omezuje proliferaci enteropatogenní *E. coli* 0103 (Gallois et al. 2007).

V minulosti se uvedené problémy řešily plošným podáním krmných antibiotik. Po plošném zákazu těchto látek je nutné hledat jiné způsoby ochrany trávicího traktu (Volek 2015).

V tomto ohledu je zcela zásadním aspektem péče o odstavená zvířata (stejně jako o chovné králíky), vhodná technika krmení a výživa, hygiena a další preventivní opatření (Gidenne & Fortun-Lamothe 2002; Rosell 2003; Carabaño et al. 2008; Garrido et al. 2009; Rosell et al. 2009; Rosell & de la Fuente 2016; Savietto et al. 2016).

3.5 Složení krmných směsí pro brojlerové králíky

3.5.1 Vojtěškové seno a úsušky

Zastoupení vojtěškového sena v krmných směsích pro brojlerové králíky se liší od 20 % do 96 %, přičemž nejčastěji se v krmných směsích pohybuje mezi 25-40 % (Volek 2017).

Vojtěška je bohatým zdrojem vápníku, většiny vitamínů skupiny B, karotenu, vitamínu E a K. Pozornost je nutné věnovat množství draslíku v krmné směsi, kterého vojtěška může obsahovat značné množství. Zařazení vojtěšky do diet králíků snižuje pH slepého střeva a podporuje mikrobiální fermentaci.

Doporučené zastoupení vojtěškových úsušků v krmné směsi králíků je 30-40 %. Zařazení 35 % vojtěškových úsušků má příznivý vliv na přírůstek živé hmotnosti, spotřebu a konverzi krmiva. Vojtěškové úsušky je možné krmit v dietě rostoucím králíkům v rozmezí 54-74 %, při takovém množství je nutné doplnit do krmných směsí methionin. Podávání vojtěškových úsušků v krmné směsi králíkům má příznivý vliv na kvalitu králíčího masa (Volek 2017).

3.5.2 Sójový, slunečnicový a řepkový extrahovaný šrot, lupina bílá

Pro výkrmové směsi brojlerových králíků z pohledu živé hmotnosti, spotřeby krmiva, porážkové hmotnosti jatečných králíků, mléčné užitkovosti králic a růstu jejich potomstva je sójový extrahovaný šrot vynikajícím zdrojem NL látek (Villamide et al. 2010). Může však sehrávat negativní úlohu u odstavených králíků, pokud se týká zdraví trávicího traktu (Gutiérrez et al. 2003; García-Ruiz et al. 2006; Carabaño et al. 2008).

Například García-Ruiz et al. (2006) porovnávali slunečnicový a sójový šrot v krmné směsi králíků odstavených ve 35 dnech věku na užitkovost a úhyn králíků a zjistili, že u králíků přijímajících dietu se slunečnicovým šrotem byl zaznamenán nižší úhyn.

Slunečnicový extrahovaný šrot může ve výživě králíků plnit dvojí úlohu. Jednak je zdrojem relativně vyváženého proteinu, ale také bohatým zdrojem ligninu. Má obvykle šedou až šedočernou barvu, ta závisí na stupni opracování semen. Jedná se o produkt neoloupaného či částečně oloupaného semene. Slunečnicový extrahovaný šrot je vhodnou ingrediencí pro krmné směsi králíků bez technického omezení, ale za předpokladu, že při sestavování krmné směsi se bere v úvahu doporučený obsah NL, kvalita proteinu a složení vlákniny (Volek 2017).

Dalším vhodným zdrojem dusitých látek pro krmné směsi králíků jsou semena lupiny bílé (Volek 2016). Řada prací zabývajících se možností zařazení lupiny bílé do krmných směsí pro králíky přinesla slibné výsledky: nebyla zhoršena užitkovost králíků, byl zaznamenán její příznivý vliv na zdravotní stav, produkci mléka, složení králíčího mléka a kvalitu masa (Kelly et al. 1990; Volek & Marounek 2009; Volek & Marounek 2011a; Volek et al. 2014; Volek et al. 2018a,b; Volek et al. 2020). Semena lupiny bílé obsahují relativně vysoké hladiny dusíkatých látek, neškrobových polysacharidů, galaktooligosacharidů a lipidů (Martínez-Villaluenga et al. 2006; Volek & Marounek 2009). Obsah lipidů se v semenech lupiny bílé pohybuje kolem 10 %. Mastné kyseliny mají u lupiny bílé unikátní profil. Lipidy semen lupiny bílé jsou ze 75-80 % nenasycené, převažují mononenasyčené mastné kyseliny, přičemž dominuje kyselina olejová (více jak 50 %) (Volek 2017). Z aminokyselin je lupina bílá chudá na methionin, cystein a lysin, ale také oproti jiným luštěninám má vysokou hladinu argininu (Pettersson 2000). Lupina patří mezi nativní evropskou luštěninu, díky tomu může snižovat závislost na dovážené sóje (Lucas et al. 2015).

Velmi rozšířeným vedlejším produktem zemědělské výroby v domácích podmínkách je řepkový extrahovaný šrot (RSM). Řepkový šrot je dobrým zdrojem bílkovin, energie, vápníku, draslíku, fosforu a hořčíku pro králíky (Gasmi-Boubaker et al. 2007). Obvykle má žlutozelenou až žlutohnědou barvu s černými zbytky slupek. Do krmiv pro zvířata je možné použít extrahovaný šrot z dvounulové řepky, z důvodu nižšího obsahu glukosinolátů. Králíci mají 2x – 3x vyšší toleranci ke glukosinolátům ve srovnání s přežvýkavci. Má relativně vysoký obsah NL (v průměru 35 %), který je srovnatelný s obsahem proteinu v semenech lupiny bílé a vyšší než v slunečnicovém extrahovaném šrotu. Ve srovnání se sójovým extrahovaným šrotem obsahuje méně lysinu (v průměru 18,9 g/kg původní hmoty), přesto tento obsah stačí na pokrytí potřeby králíků pro tuto aminokyselinu (Volek 2017). Výsledky výzkumu posledních let ukázaly, že řepkovým extrahovaným šrotem, samostatně či v kombinaci s lupinou bílou, lze částečně nebo zcela nahradit v dietách králíků sójový extrahovaný šrot (Gasmi-Boubaker et al. 2007; Strychalski et al. 2014; Zwoliński et al. 2017; Gugolek et al. 2017; Volek et al. 2018b).

3.5.3 Pšeničné otruby

Pro králíky jsou hodnotným zdrojem energie, snadno stravitelné vlákniny (hemicelulózy) a proteinu. Obsah hemicelulózy se v pšeničných otrubách pohybuje okolo 30 %, proto jsou významné v prevenci proti trávicím poruchám. Mají relativně nízký obsah méně stravitelné vlákniny (ADF = lignin + celulóza). V experimentálních dietách mohou být zařazeni ze 45-50 % i více. V komerčních dietách se většinou zařazují z 15-35 %. Negativní stránku může představovat značná variabilita v obsahu škrobu. Jsou významným zdrojem fosforu (Volek 2017).

3.5.4 Cukrovarské řízky

Získají se z rozstrouhané cukrovky vylouhováním cukru v difuzérech v cukrovařech. Hlavní význam mají ve vysokém obsahu rozpustné vlákniny (pektin) a to až 24 %. Pro tuto skutečnost mohou mít velmi významnou úlohu v prevenci trávicích poruch odstavených králíků. Doporučený obsah rozpustné vlákniny v krmné směsi rostoucích králíků se pohybuje kolem 12 % (Trocino et al 2013). Mají také příznivý vliv na mikroflóru slepého střeva. Cukrovarské řízky jsou v krmných směsích většinou zastoupeny 2-10 % (Volek 2017).

3.5.5 Oves

Oves se pro krmné směsi králíků využívá zejména ve státech východní Evropy. Většinou se oves do komerčních či experimentálních diet zařazuje v pruněru 11 %. Oves je pro králíky velmi chutný a dávají mu přednost před pšenicí a kukuřicí. Obsahuje 37 % škrobu, obsah dusíkatých látek se pohybuje kolem 10 % a obsah tuku 5 % (Volek 2017).

3.5.6 Ječmen

V komerčních krmivech je ječmen obvykle zastoupen v rozmezí mezi 10-25 %. Ječmen podporuje rychlost růstu. Ječmen má poměrně vysoký obsah vlákniny (ADF 5-7 %). To má výhodu při tvorbě diet pro králíky, protože dodržet doporučené množství vlákniny pro rostoucí králíky je často velmi obtížné. Pouze oves má větší obsah vlákniny než ječmen, ale má nejhorší vlastnosti při granulaci. Ječmen obsahuje velké množství škrobu až 51 %, obsah dusíkatých látek je 10 % a obsahuje 2 % tuku (Volek 2017).

3.6 Nerozpustná a rozpustná vláknina

Vláknina má ve výživě králíků nezastupitelné místo. V minulosti probíhal na toto téma intenzivní výzkum. Ukázalo se, že vhodný obsah nerozpustné vlákniny má příznivý vliv na zdravotní stav králíků. Z řady realizovaných experimentů je zřejmé, že je nezbytné sledovat pro krmné směsi rostoucích králíků optimální obsah ADF (lignin + celulóza), dále je potřeba

sledovat v hodný obsah ADL (lignin), celulózy (ADF – ADL), sleduje se poměr ligninu k celulóze a také poměr více stravitelné vlákniny (hemicelulózy + ve vodě nerozpustný pektin) k ADF a obsah škrobu (Gidenne 2003).

Na základě řady významných prací se pro krmné směsi rostoucích-vykrmovaných králíků doporučuje, aby tyto směsi obsahovaly 31 % neutrálně detergentní vlákniny (NDF), 19 % ADF, 5,5 % ADL, 13 % celulózy, 14 % škrobu a poměr více stravitelné vlákniny k ADF byl $\leq 1,3$ (Gidenne 2000; Gidenne 2003; Gidenne 2015).

Nedávné experimenty však také ukázaly, že i zvýšený příjem rozpustné vlákniny může mít příznivý vliv u rostoucích králíků na zdraví trávicího traktu, zejména ve vztahu k ERE (Trocino et al. 2013). Tento kladný výsledek může být připsán vysoké fermentabilitě rozpustné vlákniny, změnám ve složení střevní mikroflóry či příznivému vlivu na integritu střevní sliznice.

Obsah rozpustné vlákniny je možné v krmivech králíků stanovit různými metodami a postupy. Lze stanovit obsah rozpustné neutrálně detergentní vlákniny v krmivech nebo lze obsah rozpustné vlákniny odhadnout z rozdílu obsahu celkové (dietní) vlákniny a NDF. Druhá z uvedených metod je vhodnější z praktického hlediska.

Ukazuje se, že rozpustná vláknina z pohledu zlepšení zdravotního stavu doplňuje funkci nerozpustné vlákniny v gastrointestinálním traktu králíků. Minimální hladina rozpustné vlákniny v krmné směsi by měla být 12 %, aby se garantoval její efekt (Trocino et al. 2013). Příznivé výsledky byly dosaženy s cukrovarskými řízky, coby zdrojem rozpustné vlákniny. Je však nutné uvedené nálezy též potvrdit u diet, které budou obsahovat i jiné zdroje rozpustné vlákniny než cukrovarské řízky. Například jablečné výlisky, citrusové plody či čekanku obecnou.

Čekanka je bohatým zdrojem fruktanů inulinového typu (rozpustné vlákniny) (Flickinger et al. 2003). U králíků bylo prokázáno, že dieta s vyšším obsahem inulinu příznivě ovlivňuje mikrobiální aktivitu ve slepém střevě, morbiditu a rychlost růstu (Morisse et al. 1993; Maertens et al. 2004; Volek et al. 2005, 2007; Eiben et al. 2008). Pouze jedna práce neprokázala příznivý vliv inulinu na mikrobiální aktivitu slepého střeva králíka (Bónai et al. 2010). Inulin použitý ve zmíněných experimentech byl komerčně dostupný přípravek, což může být z praktického hlediska příliš drahé. Z tohoto důvodu by bylo vhodné použít přírodní zdroj inulinu (fruktanů), tedy čekanku. Castellini et al. (2007) přidávali králíkům ke kompletní granulované směsi čertsvé listy a kořen čekanky. Uvádějí, že čekanka je vhodným zdrojem fruktanů pro králíky. Volek & Marounek (2011b) zařadili do krmné směsi králíků, v úplné či částečné náhradě za oves, 5 a 10 % sušeného kořene čekanky. Z jejich výsledků je patrné, že přítomnost čekanky v dietě nezhoršila parametry užitkovosti vykrmovaných králíků, měla příznivý vliv na mikrobiální aktivitu slepého střeva a nesignifikantně snížila nemocnost králíků. V případě zdravotního stavu však bylo použito

málo zvířat ve skupině. Proto cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv přídatku čekanky obecné do krmné směsi králíků na zdravotní stav.

3.7 Restrikce krmiva

Jak bylo zmíněno v předchozích kapitolách, hlavní patologické události u rostoucích králíků jsou poruchy trávení, což je umocněno faktem, že od roku 2006 jsou zakázána krmná antibiotika. Hledají se tedy různé možnosti jejich nahrazení.

Jedním z neúčinnějších opatření je krmit rostoucí králíky restriktivně; restrikce je aplikována první 3-4 týdny po odstavení králíků, přičemž restriktivní krmná dávka představuje 70-80 % z *ad libitum* (Gidenne et al. 2012).

Tuto nutriční strategii ve velké míře používají francouzští profesionální chovatelé králíků. Ačkoli kvantitativní omezení krmiva vede k pomalejšímu růstu, konverze krmiva je zlepšena, díky známému efektu kompenzačního růstu v následné re-alimentační periodě. Kvalita masa a vlastnosti jatečně upravených těl nejsou omezením krmiva nijak ovlivněny. Jednou z hlavních výhod omezení příjmu krmiva po odstavení králíka je snížení úhynu a morbidit králíků způsobené poruchami trávení (zejména ERE) (Gidenne et al. 2012). Důsledky pro welfare zvířat však mohou být především pro laickou veřejnost diskutabilní, v námitce, že restrikce krmiva pravděpodobně vede ke hladu. Na druhé straně, jak uvedeno, restrikce krmiva výrazně zvyšuje rezistenci králíků k poruchám trávení, což zvyšuje well-being zvířat. Chovaný králík se velmi dobře přizpůsobuje strategii omezení příjmu krmiva, aniž by docházelo k agresivnímu chování v rámci skupiny zvířat.

Hledají se též cesty, jak zmírnit dopad restrikce krmiva na začátku výkrmu králíků, aby se předešlo negativním názorům na restrikci krmiva. V tomto ohledu Volek et al. (2016) provedli dva experimenty s cílem analyzovat účinek přidání sušeného kořene čekanky, kdy tento přídatek doplňoval omezenou dávku kompletní krmné směsi. Králíci tedy nehladověli, protože deficit krmné směsi kompenzovali příjmem rozemletého sušeného kořene čekanky, který byl denně zakládán do krmítka spolu s kompletní krmnou směsí. Zmínění autoři sledovali růst, charakteristiku slepého střeva, kvalitu jatečně upraveného těla a sanitární index (součet mortality a morbidit). Ukázalo se, že přídatek čekanky příznivě ovlivnil mikrobiální aktivitu slepého střeva králíků, konverzi krmiva a jatečnou výtěžnost. Hlavním výsledkem však bylo snížení sanitárního indexu. Doplněk čekanky k restriktivní krmné dávce tak negativně neovlivnil příznivý efekt samotné restrikce krmiva na zdravý trávicího traktu.

Je však nutné králíkům podávat jak krmnou směs, tak i rozemletý usušený kořen čekanky. Tato skutečnost může představovat praktické problémy. Z tohoto důvodu by bylo

žádoucí ověřit další možnosti. Protože ve všech zmíněných pracích se ukázal přídavek čekanky jako vhodný nástroj pro snížení zdravotních rizik je možné, že v případě krmné směsi, která bude obsahovat sušený kořen čekanky obecné, lze králíky krmít *ad libitum*, bez nutnosti aplikace restrikce krmiva. A právě tato problematika je hlavním předmětem této diplomové práce; ověřit vliv složení krmné směsi (bez čekanky či s čekankou) a restrikce krmiva na růst a zdraví králíků.

4 Metodika

Provedené experimenty byly schváleny etickou komisí Výzkumného ústavu živočišné výroby, v.v.i., v Praze Uhřetěvesi. Experimenty byly v souladu s principy uvedenými ve směrnici „EC Directive 86/609/EEC“, která se týká ochrany zvířat využívaných pro experimentální a další vědecké účely.

4.1 Charakteristika experimentálních kompletních granulovaných diet

V tabulce 1 jsou uvedeny receptury použitých experimentálních diet: kontrolní krmná směs (KS) a pokusná krmná směs s čekankou (KČ), které obsahovaly většinu běžně používaných krmných komponent pro krmné směsi brojlerových králíků. Jako hlavní zdroj hrubého proteinu obsahovaly obě krmné směsi lupinu bílou (Amiga). Pokusná krmná směs obsahovala sušený kořen čekanky obecné (100 g / kg původní hmoty), která v této směsi téměř kompletně nahradila oves (20 g / kg původní hmoty). Čekanka obecná byla do krmných směsí přidána jako zdroj rozpustné vlákniny (fruktany inulinového typu) (Volek & Marounek 2011b). Do krmných směsí nebyl přidán tuk, stejně tak do diet nebyly přidány žádné syntetické aminokyseliny. Krmné směsi obsahovaly kokcidostatika (66 mg robenidin hydrochlorid/kg; Alpharma, Belgie). Směsi byly tvarovány (granulace), s průměrem 3 mm a délkou granulí 5-10 mm.

Tabulka 1: Receptury experimentálních kompletních granulovaných krmných směsí určených pro výkrm králíků (g/kg původní hmoty)

| | Krmná směs | |
|---|------------|--------------------|
| | Kontrolní | Pokusná s čekankou |
| Vojtěškové úsušky | 300 | 300 |
| Lupina bílá (310 g dusíkatých látek / kg) | 120 | 120 |
| Pšeničné otruby | 320 | 320 |
| Cukrovarské řízky | 50 | 50 |
| Čekanka | 0 | 100 |
| Oves | 120 | 20 |
| Ječmen | 60 | 60 |
| Aminovitan | 10 | 10 |
| Dikalcium fosfát | 5 | 5 |
| Mletý vápenec | 10 | 10 |
| Sůl | 5 | 5 |

V tabulce 2 je uvedeno chemické složení diet a sušeného kořene čekanky obecné. V souladu s cílem práce měly kompletní krmné směsi podobný obsah hrubého proteinu, neutrálně detergentní vlákniny (aNDFom), acido-detergentní vlákniny (ADFom), ligninu (jako ADL), hrubého tuku, stejně jako všech limitujících aminokyselin.

Tabulka 2: Chemické složení experimentálních kompletních granulovaných krmných směsí určených pro výkrm králíků a sušeného kořene čekanky obecné (g/kg původní hmoty)

| | Čekanka | Krmná směs | |
|---|---------|------------|--------------------|
| | | Kontrolní | Pokusná s čekankou |
| Analyzované hodnoty | | | |
| Sušina | 896 | 908 | 898 |
| Hrubý protein | 59 | 163 | 159 |
| aNDFom ^a | 87 | 398 | 380 |
| ADFom ^b | 75 | 201 | 197 |
| Lignin | 23 | 53 | 54 |
| Hrubý tuk (éterový extrakt) | 3 | 40 | 35 |
| Škrob | 0 | 158 | 117 |
| Fruktany | 551 | - | - |
| Poměr ADF/škrob | - | 1,27 | 1,68 |
| Lysin | - | 7,1 | 7,3 |
| Methionin + cystein | - | 5,1 | 4,9 |
| Threonin | - | 5,8 | 5,9 |
| Vypočítané hodnoty | | | |
| Stravitelný protein (SP) ^c | | 130 | 123 |
| Stravitelná energie (SE) ^c (MJ/kg) | | 11,7 | 11,7 |
| Poměr SP / SE | | 11,1 | 10,5 |

^aNeutrálně detergentní vláknina; ^bacido detergentní vláknina; ^cUvedené hodnoty stravitelného proteinu a stravitelného energie byly vypočteny z koeficientů stravitelnosti (Tabulka 8).

Také obsah stravitelného proteinu, stravitelné energie či jejich vzájemný poměr se v rámci experimentální diet nelišily. Chemické složení diet odpovídalo nutričním požadavkům

rostoucích-vykrmovaných králíků (De Blas & Mateos 2010). Krmné směsi se lišily obsahem škrobu a poměrem ADF / škrob. Uvedené rozdíly byly v souladu s cílem práce; zásobní polysacharid čekanky (fruktany) nahrazuje zásobní polysacharid ovsa (škrob). Uvedená náhrada škrobu fruktany umožňuje sestavení iso-energetických krmných směsí (Volek & Marounek 2011b).

4.2 Použitá zvířata a experimentální design

Experimentální část diplomové práce probíhala v objektu určeném pro chov brojlerových králíků ve VÚŽV v.v.i., který je akreditován (MZe) v souladu se standardy Evropské Unie. Mikroklima vnitřních prostorů, zajištěno nucenou ventilací apod., odpovídalo nárokům na kategorii králíků ve výkrmu. Experimentální protokol vycházel z metodologie provádění experimentů v rámci aplikované výživy u králíků, publikované E.G.R.A.N. (European Group on Rabbit Nutrition) (Fernández-Carmona et al. 2005).

Byly realizovány dva experimenty: 1. experiment se týkal vlivu složení krmné směsi a restrikce krmiva na růst, spotřebu krmiva a sanitární index (suma mortality a morbidity králíků). Druhý experiment sledoval vliv složení krmné směsi a restrikce krmiva na stravitelnost experimentálních diet.

Pro 1. experiment bylo použito 240 brojlerových králíků (Hyplus PS 19xPS 40), odstavených ve 32 dnech věku (802 ± 10 g). Zvířata byla rozdělena do 3 skupin (80 králíků / skupina; ustájení v klecích: 80x60x45 cm; 16klecí/skupina; 5 králíků v kleci). První skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní krmnou směsí, 2. skupina králíků dostávala také kontrolní dietu s tím, že první 4 týdny po odstavu byli králíci krmeni restriktivně (80 % z příjmu *ad libitum*) a po zbytek výkrmu *ad libitum* a třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. Délka a intenzita restrikce krmiva byly v souladu s nedávnými doporučeními, která zohledňují zdraví trávicího traktu králíků (Gidenne et al. 2009a). Restriktivní krmná dávka pro druhou skupinu králíků byla počítána denně a vycházela z průměrné spotřeby krmiva zvířat, krmných kontrolní dietou, z předchozího dne (Volek et al. 2016). Spotřeba krmiva králíků se zjišťovala vždy ráno mezi 7 a 8 hodinou, týdně se zjišťovala živá hmotnost. Po skončení pokusu (74. den věku) se počítal přírůstek živé hmotnosti, dále příjem a konverze krmiva. Úhyn králíků se kontroloval denně. Morbidita se zaznamenávala týdně, kdy se kontrolovaly všechny klinické příznaky trávicích poruch. Sanitární index králíků se počítal podle metodiky „Evropské skupiny pro výživu králíků“ (Fernández-Carmona et al. 2005), jako součet nemocných a uhynulých králíků s tím, že každé zvíře se zaznamenalo pouze jednou (buď jako nemocné nebo jako uhynulé). Jako nemocná byla zvířata zaznamenána tehdy, jestliže vykazovala trávicí

problémy (průjem, hlen ve výkalech, abnormální vylučování cékotrofních výkalů) nebo ztrátu hmotnosti (průměrná živá hmotnost skupiny – 2x směrodatná odchylka).

Do druhého pokusu bylo zařazeno 30 zvířat (Hyplus PS 19xPS 40), odstavených ve 32 dnech věku (813 ± 19 g). Zvířata byla rozdělena do 3 skupin (10 králíků / skupina; individuální ustájení v klecích: 50x40x45 cm). První skupina králíků byla krmena *ad libitum* kontrolní krmnou směsí, 2. skupina králíků dostávala také kontrolní dietu s tím, že první 4 týdny po odstavu byli králíci krmeni restriktivně (80 % z příjmu *ad libitum*) a v dalším období *ad libitum* a třetí skupina králíků byla po celou dobu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. Restriktivní krmná dávka pro druhou skupinu králíků byla počítána denně a vycházela z průměrné spotřeby krmiva králíků, krmných kontrolní dietou, z předchozího dne. Spotřeba krmiva králíků se zaznamenávala vždy ráno mezi 7 a 8 hodinou. V rámci druhého pokusu byla zjišťována „zdánlivá“ stravitelnost organické hmoty, hrubého proteinu (Nx6,25), tuku, škrobu, aNDFom, ADFom a hrubé energie experimentálních diet, podle metodiky E.G.R.A.N. (Perez et al. 1995). Po adaptační periodě, která trvala 24 dní, začala bilance (56. – 60. den věku). Během této periody se denně zaznamenávala individuální spotřeba krmiva a hmotnost výkalů. Veškerá individuální produkce výkalů, v průběhu 4denní bilanční periody, byla do analýz zamražena (-18°C).

4.3 Analytické metody

Před analýzami se vzorky krmiv a výkalů upravily mletím (síto 1 mm). Všechny analýzy byly provedeny v duplikátech. Pro stanovení obsahu sušiny (procedura 934.01), hrubého proteinu (procedura 954.01), hrubého tuku (procedura 920.39), ADFom (procedura 973.18; bez reziduálního popele) a škrobu (procedura 920.40) byly použity metody AOAC (2005). Obsah dusíku (konvertován na hrubý protein, N x 6,25) v krmivech a výkalech byl stanoven na přístroji Kjeltec Auto 1030 Analyser (FOSS Tecator AB, Höganäs, Švédsko). Obsah hrubého tuku ve vzorcích krmiva a výkalů byl stanoven extrakcí (Soxtec 1043, FOSS Tecator AB, Höganäs, Švédsko). Neutrálně detergentní vláknina ve vzorcích krmiv (bez reziduálního popele) byla stanovena po reakci s termostabilní amylázou (Mertens 2002). Lignin byl zjištěn podle autorů Robertson & Van Soest 1981. Obsah fruktanů v sušeném kořeni čekanky byl stanoven pomocí komerčního kitu (Fructan Assay Kit (Megazyme, Wicklow, Irsko). Obsah hrubé energie ve výkalech a krmných směsích byl stanoven spálením v kalorimetru (C5000 control, IKA-Werke, Staufen, Německo). Obsah aminokyselin v krmivech byl stanoven metodou plynové chromatografie (Amino Acid Analyzer AAA-400, INGOS Ltd., Česká republika).

4.4 Statistická analýza

Statistická analýza byla provedena programem SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), metodou ANOVA. Pro vyhodnocení užítkovosti byla klec použita jako experimentální jednotka. Klece, kde byla mortalita vyšší než 50 % (tj., 3 nebo více králíků) nebyly zahrnuty do statistické analýzy užítkovosti zvířat. V tomto ohledu nebyla do statistického hodnocení zahrnuta 1 klec z první skupiny králíků, kteří dostávali kontrolní krmnou směs. V případě morbidity nebyly prováděny žádné korekce spotřeby krmiva. Individuálně ustájený králík představoval experimentální jednotku pro analýzu zdánlivé stravitelnosti živin experimentálních diet a zdravotního stavu. Pro vyhodnocení zdravotního stavu byl použit „Fisher's exact test“. Rozdíly mezi průměry s $P < 0,05$ byly akceptovány jako statisticky signifikantní.

5 Výsledky

5.1 Živá hmotnost králíků

Tabulka 3: Živá hmotnost králíků¹ v průběhu celého období výkrmu (32. – 74. den věku)

| | Krmné směsi | | | SEM | Průkaznost |
|-----------------------|---|---------------------------------------|---|-----|------------|
| | Kontrolní (<i>ad libitum</i>) ² | Kontrolní (restrikce) ³ | Pokusná (<i>ad libitum</i>) ⁴ | | |
| Živá hmotnost (g) | | | | | |
| 32. den věku (odstav) | 795 | 813 | 797 | 14 | 0,588 |
| 39. den věku | 1164 ^a | 1029 ^b | 1170 ^a | 18 | < 0,001 |
| 46. den věku | 1439 ^a | 1284 ^b | 1444 ^a | 27 | < 0,001 |
| 53. den věku | 1710 | 1633 | 1710 | 28 | 0,099 |
| 60. den věku | 2095 ^a | 1928 ^b | 2077 ^a | 33 | 0,001 |
| 67. den věku | 2370 | 2272 | 2351 | 36 | 0,133 |
| 74. den věku | 2573 | 2483 | 2547 | 38 | 0,233 |

¹80 králíků / skupina; 5 králíků v kleci. ²první skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní dietou. ³druhá skupina králíků dostávala také kontrolní dietu, ale první 4 týdny po odstavu byla aplikována restrikce krmiva. ⁴třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. ^{a,b}Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší na hladině $P < 0,05$.

V tabulce 3 jsou uvedeny výsledky, které se týkají živé hmotnosti králíků. Lze vidět, že ve srovnání se zvířaty obou skupin (kontrolní skupina a skupina zvířat s čekankou), kterým byly podávány krmné směsi *ad libitum* po celou dobu výkrmu, aplikace restrikce krmiva snížila živou hmotnost králíků ve 39 dnech věku o 138 g ($P < 0,001$), ve 46. dnech věku o 158 g ($P < 0,001$), v 53. dnech věku o 77 g ($P = 0,009$) a v 60. dnech věku o 158 g ($P = 0,001$). V následném re-alimentačním období již nebyl zaznamenán významný rozdíl v živé hmotnosti králíků sledovaných skupin. Finální živá hmotnost králíků druhé skupiny se od obou dalších skupin významně nelišila (2483 g vs. 2560 g; $P = 0,233$).

Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti králíků je uveden v tabulce 4. Podle očekávání, ve srovnání s králíky kmenými *ad libitum*, restrikce krmiva snížila průměrný denní přírůstek živé hmotnosti králíků v jednotlivých obdobích o 19,4 g (32. – 39. den věku. $P < 0,001$), o 3,3 g (39. – 46. den věku. $P = 0,547$) a o 8,9 g (53. – 60. den věku. $P < 0,001$). Překvapivě, mezi 46. a 53. dnem věku byl u králíků s restrikcí krmiva zaznamenán vyšší přírůstek živé hmotnosti o 13,5 g ($P < 0,001$) než u králíků obou skupin kmených *ad libitum*. V následném období (60-67. den věku) došlo u králíků, kterým byla aplikována restrikce

krmiva, ke kompenzaci růstu. U těchto králíků byl zaznamenán vyšší průměrný denní přírůstek živé hmotnosti (o 9,8 g; $P < 0,001$) ve srovnání s ostatními skupinami zvířat. Z pohledu prvních 4 týdnů po odstavu (32. – 60. den věku) byl u králíků s restrikcí krmiva pozorován o 6 g nižší průměrný denní přírůstek živé hmotnosti než u králíků dalších skupin. Stejně tak u této skupiny králíků byl z pohledu celého výkrmu (32. – 74. den věku) zjištěn o 2 g ($P = 0,044$) nižší průměrný denní přírůstek živé hmotnosti ve srovnání s králíky obou skupin krměných *ad libitum*.

5.2 Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti králíků

Tabulka 4: Průměrný denní přírůstek živé hmotnosti králíků¹ v průběhu celého období výkrmu (32. – 74. den věku)

| | Krmné směsi | | | SEM | Průkaznost |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|-----|------------|
| | Kontrolní (<i>ad libitum</i>) ² | Kontrolní (restrikce) ³ | Pokusná (<i>ad libitum</i>) ⁴ | | |
| Přírůstek živé hmotnosti (g) | | | | | |
| 32. – 39. den věku | 46,1 ^a | 27,0 ^b | 46,6 ^a | 1,1 | < 0,001 |
| 39. – 46. den věku | 45,8 | 42,5 | 45,8 | 2,4 | 0,547 |
| 46. – 53. den věku | 45,1 ^b | 58,1 ^a | 44,2 ^a | 2,5 | < 0,001 |
| 53. – 60. den věku | 42,8 ^a | 32,9 ^b | 40,8 ^a | 1,1 | < 0,001 |
| 60. – 67. den věku | 39,4 ^b | 49,1 ^a | 39,2 ^b | 1,3 | < 0,001 |
| 67. – 74. den věku | 33,8 | 35,1 | 32,6 | 1,4 | 0,462 |
| 32. – 60. den věku | 44,8 ^a | 38,5 ^b | 44,2 ^a | 0,8 | < 0,001 |
| 32. – 74. den věku | 42,3 ^a | 39,8 ^b | 41,7 ^a | 0,7 | 0,044 |

¹80 králíků / skupina; 5 králíků v kleci. ²první skupina králíků byla krměna po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní dietou. ³druhá skupina králíků dostávala také kontrolní dietu, ale první 4 týdny po odstavu byla aplikována restrikce krmiva. ⁴třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krměna *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. ^{a,b}Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší na hladině $P < 0,05$.

5.3 Průměrný denní příjem krmiva

Příjem krmiva je uveden v tabulce 5. Obecně, denní příjem krmiva během výkrmu byl u všech skupin až do 67. dne věku králíků vzestupné tendence. V posledním týdnu výkrmu došlo u všech skupin ke snížení denního příjmu krmiva. Během 4 týdnů po odstavu

představovala restrikce krmiva u druhé skupiny králíků v průměru 77 % z příjmu krmné směsi *ad libitum* králíků první skupiny, což korespondovalo s plánovanými 80 %. V průběhu prvních 4 týdnů po odstavu tedy králíci druhé skupiny přijímali signifikantně méně krmné směsi než králíci dalších skupin.

V následném období byl u této skupiny králíků zaznamenán o 19,1 g (60. – 67. den věku; $P < 0,001$) a o 13,8 g (67. – 74. den věku; $P = 0,015$) vyšší denní příjem krmiva ve srovnání s dalšími skupinami zvířat. Z pohledu celého výkrmu (32. – 74. den věku) byl u králíků s restrikcí pozorován o 12 g nižší denní spotřeba krmiva ($P < 0,001$).

Tabulka 5: Průměrný denní příjem krmiva králíků¹ v průběhu celého období výkrmu (32. – 74. den věku)

| | Krmné směsi | | | SEM | Průkaznost |
|--------------------|---|---------------------------------------|---|-----|------------|
| | Kontrolní (<i>ad libitum</i>) ² | Kontrolní (restrikce) ³ | Pokusná (<i>ad libitum</i>) ⁴ | | |
| Příjem krmiva (g) | | | | | |
| 32. – 39. den věku | 79,8 ^a | 59,9 ^b | 78,0 ^a | 1,9 | < 0,001 |
| 39. – 46. den věku | 115,4 ^a | 88,5 ^b | 117,2 ^a | 3,5 | < 0,001 |
| 46. – 53. den věku | 122,2 ^a | 96,6 ^b | 120,6 ^a | 3,3 | < 0,001 |
| 53. – 60. den věku | 132,7 ^a | 103,4 ^b | 127,6 ^a | 2,7 | < 0,001 |
| 60. – 67. den věku | 139,8 ^b | 155,6 ^a | 133,1 ^b | 2,4 | < 0,001 |
| 67. – 74. den věku | 129,4 ^b | 143,2 ^a | 129,5 ^b | 3,7 | 0,015 |
| 32. – 60. den věku | 112,3 ^a | 86,9 ^b | 110,3 ^a | 2,3 | < 0,001 |
| 32. – 74. den věku | 119,3 ^a | 106,4 ^b | 116,9 ^a | 2,1 | < 0,001 |

¹80 králíků / skupina; 5 králíků v kleci. ²první skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní dietou. ³druhá skupina králíků dostávala také kontrolní dietu, ale první 4 týdny po odstavu byla aplikována restrikce krmiva. ⁴třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. ^{a,b}Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší na hladině $P < 0,05$.

Tabulka 6: Konverze krmiva králíků¹ v průběhu celého období výkrmu (32. – 74. den věku)

| | Krmné směsi | | | SEM | Průkaznost |
|--------------------|---|---------------------------------------|---|------|------------|
| | Kontrolní (<i>ad libitum</i>) ² | Kontrolní (restrikce) ³ | Pokusná (<i>ad libitum</i>) ⁴ | | |
| Konverze krmiva | | | | | |
| 32. – 39. den věku | 1,73 ^a | 2,23 ^b | 1,68 ^a | 0,03 | < 0,001 |
| 39. – 46. den věku | 2,61 | 2,09 | 2,91 | 0,29 | 0,137 |
| 46. – 53. den věku | 2,91 ^a | 1,67 ^b | 2,82 ^a | 0,17 | < 0,001 |
| 53. – 60. den věku | 3,10 | 3,20 | 3,14 | 0,09 | 0,712 |
| 60. – 67. den věku | 3,57 ^a | 3,20 ^a | 3,44 ^a | 0,09 | 0,028 |
| 67. – 74. den věku | 3,92 | 4,14 | 4,03 | 0,16 | 0,642 |
| 32. – 60. den věku | 2,51 ^a | 2,26 ^b | 2,50 ^a | 0,03 | < 0,001 |
| 32. – 74. den věku | 2,82 ^a | 2,68 ^b | 2,80 ^a | 0,03 | 0,003 |

¹80 králíků / skupina; 5 králíků v kleci. ²první skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní dietou. ³druhá skupina králíků dostávala také kontrolní dietu, ale první 4 týdny po odstavu byla aplikována restrikce krmiva. ⁴třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. ^{a,b}Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší na hladině $P < 0,05$.

5.4 Konverze krmiva

Data týkající se konverze krmiva jsou uvedena v tabulce 6. Jak je z tabulky patrné, restrikce krmiva zlepšila konverzi krmiva a to jak v prvních 4 týdnech po odstavu ($P < 0,001$), tak také z pohledu celého výkrmu (32. – 74. den věku; $P = 0,003$). Výrazný rozdíl v tomto ohledu byl zaznamenán ve třetím a pátém týdnu výkrmu.

5.5 Zdravotní stav králíků

V tabulce 7 je zaznamenán zdravotní stav králíků v průběhu celého výkrmu. Podle očekávání, nejvyšší sanitární index (součet nemocných a uhynulých zvířat) byl zaznamenán u králíků krmných *ad libitum* kontrolní dietou po celou dobu výkrmu (20 králíků), zatímco též podle očekávání tento sanitární index byl signifikantně nižší u králíků se 4 týdenní restrikcí krmiva (pouze 5 králíků).

Zajímavým výsledkem je však nález, kdy u králíků krmných pokusnou dietou (s čekankou) *ad libitum* po celou dobu výkrmu byl také pozorován signifikantně nižší sanitární

index (8 králíků) ve srovnání s první skupinou. Tento výsledek lze považovat za velmi významný. Většina nemocných a uhynulých zvířat byla zaznamenána v prvních 4 týdnech po odstavu. Většinou se jednalo o déletrvající průjem či abnormální výskyt cékotrofních výkalů. Ve výkalech nebyl patrný hlen či nebyly pozorovány další příznaky spojované s výskytem ERE.

Tabulka 7: Zdravotní stav králíků¹ v průběhu celého období výkrmu (32. – 74. den věku)

| | Krmné směsi | | | Průkaznost |
|------------------------------|---|---------------------------------------|---|------------|
| | Kontrolní (<i>ad libitum</i>) ² | Kontrolní (restrikce) ³ | Pokusná (<i>ad libitum</i>) ⁴ | |
| Mortalita (n) | 6 | 1 | 3 | - |
| Morbidita | 14 ^a | 4 ^b | 5 ^b | 0,049 |
| Sanitární index ⁵ | 20 ^a | 5 ^b | 8 ^a | 0,021 |

¹80 králíků / skupina; 5 králíků v kleci. ²první skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní dietou. ³druhá skupina králíků dostávala také kontrolní dietu, ale první 4 týdny po odstavu byla aplikována restrikce krmiva. ⁴třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. ⁵Sanitární index (součet nemocných a uhynulých zvířat). ^{a,b}Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší na hladině $P < 0,05$.

5.6 Stravitelnost živin

V tabulce 8 jsou uvedeny koeficienty stravitelnosti živin. U králíků, kterým byla podávána pokusná krmná směs s čekankou *ad libitum* po celou dobu výkrmu, byla zaznamenána signifikantně nižší stravitelnost tuku ($P = 0,028$) a škrobu ($P = 0,001$) ve srovnání s králíky dalších skupin.

Tabulka 8: Koefficienty stravitelnosti živin¹

| | Krmné směsi | | | SEM | Průkaznost |
|--------------------------------------|---|---------------------------------------|---|-------|------------|
| | Kontrolní (<i>ad libitum</i>) ³ | Kontrolní (restrikce) ⁴ | Pokusná (<i>ad libitum</i>) ⁵ | | |
| Denní příjem krmiva (g) ² | 153 | 123 | 154 | | |
| Koefficienty stravitelnosti živin | | | | | |
| Organická hmota | 0,698 | 0,694 | 0,697 | 0,010 | 0,987 |
| Hrubý protein | 0,797 | 0,797 | 0,774 | 0,009 | 0,487 |
| Hrubý tuk | 0,947 ^a | 0,947 ^a | 0,924 ^b | 0,004 | 0,028 |
| NDF | 0,552 | 0,549 | 0,548 | 0,021 | 0,996 |
| Škrob | 0,956 ^a | 0,961 ^a | 0,926 ^b | 0,004 | 0,001 |
| Energie | 0,685 | 0,683 | 0,686 | 0,012 | 0,988 |

¹10 králíků / skupina; individuální ustájení. ²v průběhu bilance mezi 56. – 60. dnem věku). ³první skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu (42 dní) *ad libitum* kontrolní dietou. ⁴druhá skupina králíků dostávala také kontrolní dietu, ale první 4 týdny po odstavu byla aplikována restrikce krmiva. ⁵třetí skupina králíků byla po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum* pokusnou dietou s čekankou. ^{a,b}Hodnoty označené rozdílnými symboly se navzájem statisticky významně liší na hladině P < 0,05.

6 Diskuze

6.1 Zdravotní stav

Zdraví zvířat je dnes stále více vnímáno širokou veřejností, ať už z pohledu kvality živočišných produktů nebo zejména z pohledu welfare. Protože krmná antibiotika již nelze využívat, hlavní pozornost odborníků zabývajících se výživou zvířat se zaměřuje na lepší poznání nutričních potřeb zvířat, optimalizaci dietních doporučení a také na precizní poznávání vlastností dietních komponent v trávicím traktu. Svůj význam sehrává sledování funkce vlákniny v gastrointestinálním traktu, kdy se dnes, zejména u monogastrických zvířat, sleduje vliv jak nerozpustné, tak také rozpustné vlákniny. V případě králíků plní dietní vláknina z pohledu zdravotního stavu významnou funkci, přičemž stále více se bere do úvahy právě kombinace nerozpustné a rozpustné vlákniny, zejména pokud jde o snadno fermentovatelné polysacharidy (pektin, hemicelózy, fruktany apod.) (Gidenne 2000; Gidenne 2003; Trocino et al. 2003; Gidenne 2015). Je známo, že vyšší podíl těchto polysacharidů v krmné směsi rostoucích králíků stimuluje rozvoj mikrobiální aktivity a redukuje výskyt průjmů (Gidenne et al. 2004).

Zatímco o vlivu nerozpustné vlákniny na zdraví trávicího traktu existuje v literatuře velké množství informací, o vlivu rozpustné vlákniny se stále diskutuje a je potřeba nových informací, aby bylo možné doporučit její vhodný dietní obsah a pro krmné směsi najít nejvhodnější zdroje rozpustné vlákniny (Trocino et al. 2013).

A právě z této popsané problematiky vycházel i cíl předkládané diplomové práce. Jako zdroj rozpustné vlákniny byl do krmné směsi přidán sušený kořen čekanky, který je nejbohatším zdrojem fruktanů, tedy rozpustné vlákniny. Obsah fruktanů v čekance použité pro potřeby této diplomové práce byl 55 %, což je ve shodě s dalšími autory (Volek & Marounek 2011b). Čekanka v pokusné dietě částečně nahrazovala oves, tedy fruktany obsažené v čekance částečně nahrazovaly ovesný škrob. Díky této skutečnosti byl obsah stravitelné energie v použité kontrolní dietě a pokusné dietě shodný. Vliv krmné směsi obsahující sušený kořen čekanky na zdravotní stav byl v této diplomové práci porovnán se skupinami králíků, kterým byla podávána kontrolní dieta (bez čekanky); *ad libitum* po celou dobu výkrmu nebo v prvních týdnech výkrmu restriktivně.

Výsledky diplomové práce, podle očekávání, potvrdily význam restrikce krmiva coby účinného nástroje pro snižování poruch trávení (Gidenne et al. 2003b). Ukázalo se, že nejvyšší počet nemocných, stejně jako uhynulých zvířat, byl ve skupině králíků krmených kontrolní dietou *ad libitum* po celou dobu výkrmu. Také další autoři popisují vyšší riziko trávicích poruch u králíků krmených v prvních týdnech po odstavení *ad libitum*, bez aplikace omezeného příjmu krmiva (Gidenne et al. 2012; Knudsen et al. 2014). Příznivý dopad restrikce krmiva na zdraví

králíků lze zřejmě dávat do souvislosti s imunitou. V tomto ohledu Knudsen et al. (2015) ve své práci uvádějí, že kvantitativní restrikce krmiva, aplikovaná v prvních týdnech po odstavu, modulovala imunitu v kaudálních oddílech trávicího traktu rostoucích králíků. V souvislosti s technikou restrikce krmiva u králíků je však nutné brát do úvahy její délku a intenzitu. Jestliže je restrikce krmiva aplikována pouze krátkou dobu po odstavu (například 2 týdny) či přechod z restrikční krmné dávky na příjem krmiva *ad libitum* není pozvolný, význam restrikce krmiva z pohledu zdravotního stavu klesá (Maertens 1992; Uhlířová et al. 2015). Doporučuje se proto aplikovat restrikci krmiva 3 týdny po odstavu, s pozvolným přechodem na příjem krmiva *ad libitum*, nebo 4 týdny po odstavu (Gidenne 2003b; Gidenne et al. 2009a,b). Z tohoto důvodu byla pro potřeby předkládané diplomové práce zvolena délka restrikce krmiva 4 týdny.

Lze učinit poznámku, že ikdyž byl úhyn a nemocnost zvířat významně vyšší u králíků krmných *ad libitum* kontrolní dietou po celou dobu výkrmu, tak stále byl tento sanitární index (součet nemocných a uhynulých zvířat) spíše nízký. Tento fakt zřejmě souvisí s tím, že obě diety, kontrolní i pokusná, obsahovaly jako hlavní zdroj hrubého proteinu lupinu bílou. Lupina bílá je z hlediska moderní výživy brojlerových králíků doporučována jako vhodná dietní komponenta (namísto sójového extrahovaného šrotu), protože její přítomnost v krmných směsích nezvyšuje riziko poruch trávení, zvyšuje nutriční kvalitu masa, mateřského mléka a podobně (Volek & Marounek 2009; Volek & Marounek 2011a; Volek et al. 2014; Uhlířová et al. 2015; Volek et al. 2018a,b; Volek et al. 2020).

Přesto, ve srovnání s kontrolní skupinou králíků, kterým byla po celou dobu výkrmu podávána kontrolní dieta *ad libitum*, významně nižší sanitární index pozorovaný u zvířat krmných pokusnou dietou s čekankou *ad libitum* po celou dobu výkrmu ukazuje, že existují další možnosti, jak snižovat poruchy trávicího traktu. Tento nálezný je nejvýznamnějším výsledkem této diplomové práce, protože se ukázalo, že je možné krmit králíky *ad libitum* bez aplikace restrikce krmiva. Příklad sušeného kořene čekanky (zdroj fruktanů inulinového typu) do krmné směsi tedy příznivě ovlivnil zdravotní stav zvířat.

Také další autoři popisují příznivý vliv fruktanů na zdravotní stav králíků. Volek et al. (2007) přidali do krmné směsi určené pro časně odstavené králíky inulin (komerční přípravek) a kromě dalších parametrů pozorovali vliv tohoto přípravku na zdraví zvířat. Z výsledků jejich práce vyplynulo, že přídavek inulinu snížil nemocnost králíků a sanitární index ve srovnání s králíky, kterým byla podávána dieta bez inulinu. Autoři zmíněné studie však upozorňují, že po přechodu z této směsi obsahující inulin na směs bez inulinu, došlo u králíků ke zvýšení sanitárního indexu a naznačují, že by měl být inulin přítomen v krmné směsi po celou dobu výkrmu. Volek & Marounek (2011b) sledovali vliv přídatku čekanky do krmné směsi na užitkovost a stravitelnost živin. U králíků, kterým byla podávána směs s 10 % čekanky, podobně jako v případě této diplomové práce, autoři zaznamenali během výkrmu nižší počet králíků s průjmem. V případě jejich práce však bylo použito málo zvířat ve skupině, takže výsledky, pokud se týká zdravotního stavu, jsou spíše informativní. Volek et al. (2016)

studovali možnost zmírnění restrikce krmiva (kompenzovat nedostatek krmné směsi) tím, že k omezenému množství krmné směsi přidali do krmítka rozemletý kořen čekanky. Autoři uvádějí, že denní přídavek sušeného kořene čekanky k omezené dávce kompletní granulované směsi (restrikční krmná dávka) měl příznivý vliv na zdravotní stav králíků. Zdravotní stav králíků byl posuzován na základě dvou experimentů, přičemž v rámci prvního pokusu přídavek čekanky k omezenému množství kompletní granulované krmné směsi, ve srovnání se skupinou králíků krmených *ad libitum* krmnou směsí, významně snížil morbiditu králíků a sanitární index, v případě druhého experimentu pak významně snížil úhyn králíků a rovněž sanitární index. Tímto způsobem tak bylo dosaženo stejného výsledku, jako v případě restrikce krmiva, ale zvířata nehladověla. Problémem tohoto krmivářského zásahu však zůstává praktické hledisko, kdy je nutné zvláště skladovat čekanku a přisypávat ji denně do krmítek s krmnou směsí.

Příznivý vliv přídatku čekanky, coby zdroje fruktanů inulinového typu, či různých komerčních přípravků na bázi inulinu do diety králíků na jejich zdravotní stav zřejmě souvisí se schopností těchto polysacharidů snadno ovlivnit mikrobiální aktivitu slepého střeva (Morisse et al. 1993; Maertens et al. 2004; Volek et al. 2005; Eiben et al. 2008). Gidenne & Licois (2005) ve své práci uvádějí, že vyšší příjem snadno fermentovatelné vlákniny zvyšuje resistenci králíků ke specifickým střevním patogenům, což dávají do souvislosti s vyšší fermentační aktivitou a nižším pH slepého střeva. Volek et al. (2007) pozorovali, že přídavek inulinu do diety časně odstavených králíků příznivě ovlivnil fermentační a fibrolytickou aktivitu slepého střeva (zvýšil celkovou koncentraci těkavých mastných kyselin, snížil pH a koncentraci amoniaku a zvýšil aktivitu inulinázy). Podobně Volek & Marounek (2011b) uvádějí, že přídavek sušeného kořene čekanky do krmné směsi příznivě ovlivnil fermentační aktivitu ve slepém střevě, pokud se týká pH, celkové koncentrace těkavých mastných kyselin, amoniaku a obsahu kyseliny mléčné. Také Volek et al. (2016) potvrzují příznivý vliv čekanky na mikrobiální aktivitu slepého střeva králíka.

Kromě výše uvedeného, Makovický et al. (2018) uvádějí, že přídavek čekanky do diety odstavených králíků měl příznivý vliv na morfologii tenkého střeva (výška klků a hloubka krypt) a také na celulární aktivitu (produkce hlenu), charakterizovanou inenzivnější sekrecí pohárkových buněk v Lieberkúhnových kryptách.

6.1.1 Růst, spotřeba krmiva, konverze krmiva

Podle očekávání, hlavní rozdíl, pokud se týká uživatelské králíků, byl spojen s restrikcí krmiva. Výsledky této diplomové práce potvrdily, že restrikce krmiva má příznivý dopad na konverzi krmiva (Gidenne et al. 2012). Obvykle se pozoruje nižší přírůstek živé hmotnosti během restrikčního období, což sebou nese i nižší živou hmotnost. V následném období, kdy jsou králíci krmeni již *ad libitum*, dochází k tzv. kompenzačnímu růstu, přičemž u těchto zvířat nedochází k dramatickému zvýšení spotřeby krmiva, ve srovnání s těmi, jež byli krmeni

ad libitum po celou dobu výkrmu. Protože přírůstek živé hmotnosti se z pohledu celého výkrmu zásadně neliší od králíků krmených *ad libitum*, a protože se snížila spotřeba krmiva v důsledku aplikace restriktce, zlepšuje se konverze krmiva. Přídavek sušeného kořene čekanky do krmné směsi neměl negativní vliv na růst, příjem krmiva a tím konverzi krmiva. Tato skutečnost je dána faktem, že obě směsi, jak kontrolní, tak pokusná s čekankou, měly shodný poměr stravitelného proteinu ke stravitelné energii. Tento poměr je určující ve vztahu k růstu a příjmu stravitelné energie (De Blas et al. 1981).

6.1.2 Stravitelnost živin

Nižší stravitelnost tuku a škrobu, byla zaznamenána u králíků, kterým byla podávána dieta obsahující čekanku. Tyto nálezy jsou ve shodě s dalšími autory (Volek & Marounek 2011b), a tento nález je možné vysvětlit vyšším poměrem ADF ke škrobu v krmné směsi obsahující sušený kořen čekanky (Gidenne et al. 2000).

je možné směs s čekankou využívat též pro drobnochovatele a také pro dnešní nové pojetí chovu králíků coby mazlíčků, protože v této směsi je částečně nahrazen škrob fruktany. Tato skutečnost je důležitá z hlediska udržení dobré kondice zvířat, hmotnosti apod.

Výsledky diplomové práce přinášejí řadu nových informací a podnětů pro další práci, která umožní dále zlepšovat poznání o nutričních potřebách králíků a precizovat doporučení živin.

8 Literatura

AOAC International. 2005. Official methods of analysis. Official Methods of Analysis of AOAC, Gaithersburg.

Boisot P, Licois D, Gidenne T. 2003. Feed restriction reduces the sanitary impact of an experimental reproduction of epizootic rabbit enteropathy syndrome (ERE), in the growing rabbit. Pages 267-270 in Bolet G, editor. Proceedings of 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Paris.

Boisot P, Duperray J, Dugenetais X, Guyonvarch A. 2004. Interest of hydric restriction times of 2 and 3 hours per day to induce feed restriction in growing rabbits. Pages 759-764 in Becerril CM, Pro A, editors. Proceedings of the 8th World Rabbit Congress. World Rabbit Science Association, Puebla.

Bónai A, Szendrő Zs, Matics Zs, Fébel H, Kametler L, Tornnyos G, Horn P, Kovács F, Kovács M. 2010. Effect of inulin supplementation and age on growth performance and digestive physiological parameters in weaned rabbits *World Rabbit Science* **18**:121-129.

Carabaño R, et al. 2008. New trends in rabbit feeding: influence of nutrition on intestinal health. *Spanish Journal of Agricultural Research* **6**:15-25.

Castellini C, Dal Bosco A, Mugnai C. 2003. Comparison of different protocols for rabbit does: effect of litter size and mating interval. *Livestock Production Science* **83**:131-139.

Castellini C, Cardinali R, Rebollar PG, Dal Bosco A, Jimeno V, Cossu ME. 2007. Feeding fresh chicory (*Circhorium intybus*) to young rabbits: performance, development of gastro-intestinal tract and immune functions of appendix and Peyer's patch. *Animal Feed Science and Technology* **134**:56-65.

Cervera C, Juncos A., Martínez E, Ródenas L, Blas E, Pascual JJ. 2008. Effect of different feeding systems for young rabbit does on their development and performance until first weaning: preliminary results. Pages 579-582 in Xiccato G, Trocino A, Lukefahr SD, editors. Proceedings of the 9th World Rabbit Congress. Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, Verona.

Cullere M, Dalle Zotte A. 2018. Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science* **143**:137-146.

- Dalle Zotte A, Szendrő Zs. 2011. The role of rabbit as functional food. *Meat Science* **88**:319-331.
- Dalle Zotte A. 2014. Rabbit farming for meat purposes. *Animal Frontiers* **4**:62-67.
- De Blas JC, Pérez E, Fraga MJ, Rodriguez JM, Gálvez JF. 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *Journal of Animal Science* **52**:1225-1232.
- De Blas C, Mateos GG. 2010. Feed formulation. Pages 222-232 in de Blas JC, Wiseman J, editors. *Nutrition of the rabbit*. 2nd Edition. CAB International, Wallingford.
- De Blas C. 2013. Nutritional impact on health and performance in intensively reared rabbits. *Animal* **7**:102-111.
- Dojanã N, Costache M, Dinischiotu A. 1998. The activity of some digestive enzymes in domestic rabbits before and after weaning. *Animal Science* **66**:501-507.
- Drba P. 2015. Vývoj hlavních problémů v chovech brojlerových králíků v posledních dvaceti letech. Strana 10. XIII. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.
- Drba P. 2017. Základy chovu brojlerových králíků. Strana 13. - 14. XIV. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.
- Eiben Cs, Gippert T, Gódor-Surmann K, Kustos K. 2008. Feed additives as they affect the fattening performance of rabbits. Pages 625-629 in Xiccato G, Trocino A, Lukefahr SD, editors. *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*. Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, Verona, Verona.
- Feugier A, Smit MN, Fortum-Lamothe L, Gidenne T. 2006. Fibre and protein requirements of early weaned rabbits and the interaction with weaning age: effects on digestive health and growth performance. *Animal Science* **82**:493-500.
- Fernández-Carmona J, Blas E, Pascual JJ, Maertens L, Gidenne T, Xiccato G, García J. 2005. Recommendations and guidelines for applied nutrition experiments in rabbits. *World Rabbit Science* **13**:209-228.

Fortun-Lamothe L, Gidenne T, Lapanouse A, De Dapper J. 2000. Note: an original system to separately control litter and female feed intake without modification of the mother-young relations. *World Rabbits Science* **8**:177-180.

Flickinger EA, Van Loo J, Fahey GC. 2003. Nutritional responses to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals. A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **43**:19-60.

Gallois M, Gidenne T, Tasca C, Caubet C, Coudert C, Milon A, Boullier S. 2007. Maternal milk contains antimicrobial factors that protect young rabbits from enteropathogenic *Escherichia coli* infection. *Clinical and Vaccine Immunology* **14**:585-592.

García-Ruiz AI, García-Palomares J, García-Rebollar P, Chamorro S, Carabaño R, de Blas C. 2006. Effect of protein source and enzyme supplementation on ileal protein digestibility and fattening performance in rabbits. *Spanish Journal of Agricultural Research* **4**:297-303.

Garrido S, Nicodemus N, García J, Chamorro S, de Blas JC. 2009. Effect of breeding system and farm hygiene on performances of growing rabbits and lactating does over two reproductive cycles. *World Rabbit Science* **17**:71-78.

Gasmi-Boubaker A, Abdouli H, El Hichi M, Faiza K, Tayachi L. 2007. Feeding rapeseed meal to rabbits: digestibility, performance and carcass characteristics. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* **2**:38-41.

Gidenne T. 2000. Recent advances in rabbit nutrition: Emphasis on fibre requirements. A Review. *World Rabbit Science* **8**:23-32.

Gidenne T, Pinheiro V, Falcão e Cunha L. 2000. A comprehensive approach of the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. *Livestock Production Science* **64**:225-237.

Gidenne T, Fortun-Lamothe L. 2002. Feeding strategy for young rabbits around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Animal Science* **75**:169-184.

Gidenne T. 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livestock Production Science* **81**:105-117.

Gidenne T, Fortun-Lamothe L, Lapanouse A. 2003a. Comportement alimentaire du lapereau sevré précocement: effet du diamètre du granulé. Pages 17-19 in Bolet G, editor. Proceedings of 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Paris.

Gidenne T, Feugier A, Jehl N, Arveux P, Boisot P, Briens C, Corrent E, Fortune H., Montessuy S, Verdelhan S. 2003b. A post-weaning quantitative feed restriction reduces the incidence of diarrhoea, without major impairment of growth performances: results of multi-site study. Pages 29-32 in Bolet G, editor. Proceedings of 10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Paris.

Gidenne T, Jehl N, Lapanouse A, Segura M. 2004. Inter-relationship of microbial activity, digestion and gut health in the rabbit: effect of substituting fibre by starch in diets having a high proportion of rapidly fermentable polysaccharides. *British Journal of Nutrition* **92**:95-104.

Gidenne T, Licois D. 2005. Effect of a high fibre intake on the resistance of the growing rabbit to an experimental inoculation with an enteropathogenic strain of *Escherichia coli*. *Animal Science* **80**:281-288.

Gidenne T, De Dapper J, Lapanouse A, Aymard P. 2007. Adaption du lapereau à un aliment fibreux distribué avant sevrage: comportement d'ingestion, croissance et santé digestive. Pages 109-112. Proceedings of 12^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Paris.

Gidenne T, Aymard P, Bannelier C, Combes S, Lamothe L. 2009a. Interaction entre la stratégie de restriction et la concentration énergétique de l'aliment: impact sur la croissance et la santé du lapin. Premiers résultats. Proceedings of 13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Paris.

Gidenne T, Combes S, Feugier A, Jehl N, Arveux P, Boisot P, Briens C, Corrent E, Fortune H, Montessuy S, Verdelhan S. 2009b. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal* **3**:509-515.

Gidenne T, Combes S, Fortum-Lamothe L. 2012. Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal* **6**:1407-1419.

Gidenne T. 2015. Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal* **9**:227-242.

Gugołek A, Juśkiewicz J, Strychalski J, Zwoliński C, Żary-Sikorska E, Konstantynowicz M. 2017. The effects of rapeseed meal and legume seeds as substitutes for soybean meal on productivity and gastrointestinal function in rabbits. *Archives of Animal Nutrition* **71**:311-326.

Gutiérrez I, Espinosa A, García J, Carabaño R, de Blas JC. 2002a. Effect of levels of starch, fiber, and lactose on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Journal of Animal Science* **80**:1029-1037.

Gutiérrez I, Espinosa A, García J, Carabaño R, de Blas JC. 2002b. Effect of starch and protein sources, heat processing, and exogenous enzymes in starter diets for early weaned rabbits. *Animal Feed Science and Technology* **98**:175-186.

Gutiérrez I, Espinosa A, García J, Carabaño R, de Blas JC. 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Animal Research* **52**:461-472.

Harris DL, Cheeke PR, Patton NM. 1983. Food preference and growth performance of rabbits fed pelleted versus unpelleted diets. *Journal of Applied Rabbit Research* **6**:15-17.

Josrová L, Roubalová M. 2017. Současná situace v chovu králíků v ČR. Strana 7. – 8. XIV. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Josrová L. 2018. Situační a výhledová zpráva králíci. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Kelly JD, Cheeke PR, Patton NM. 1990. Evaluation of Lupin (*Lupinus albus*) seed as a feedstuff for swine and rabbits. *Journal of Applied Rabbits Research* **13**:145-150.

Knudsen C, Combes S, Briens C, Coutelet G, Duperray J, Rebours G, Salaun JM, Travel A, Weissman D, Gidenne T. 2014. Increasing the digestible energy intake under a restriction strategy improves the feed conversion ratio of the growing rabbit without negatively impacting the health status. *Livestock Production* **169**:96-105.

Knudsen C, Combes S, Briens C, Duperray J, Rebours G, Salaun JM, Travel A, Weissman D, Gidenne T. 2015. Quantitative feed restriction rather than caloric restriction modulates the immune response of growing rabbits. *Journal of Nutrition* **145**:483-489.

Laffolay B. 1985. Croissance journalière du lapin. *Cuniculture* **12**:331-336.

Licois D. 2004. Domestic rabbit enteropathies. Pages 385-403 in Becerril CM, Pro A, editors. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*. World Rabbit Science Association, Puebla.

Luzi F, Maertens L, Mijten P, Pizzi F. 1996. Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. Pages 87-92 in Lebas F, editor. *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*. Association Scientifique Française de Cuniculture, Toulouse.

Lucas MM, Stoddard FL, Annicchiarico P, Frías J, Martínez-Villaluenga C, Sussmann D, Duranti M, Seger A, Zander PM, Pueyo JJ. 2015. The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science* **6**:705.

Mach K, Dokoupilová A. 2017. Čistokrevná plemenitba a užitkové křížení v tradičních a faremních chovech. Strana 31. – 33. XIV. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Mach K, Majzlík I. 2000. Základy chovu králíků k masné produkci. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha.

Maertens L, De Groote G. 1984. Influence of the number of fryer rabbits per cage on their performance. *Journal of Applied Rabbit Research* **7**:151-155.

Maertens L. 1992. Rabbit nutrition and feeding: a review of some recent developments. *Journal of Applied Rabbit Research* **15**:889-913.

Maertens L. 1994. Influence du diamètre du granulé sur les performances des lapereaux avant et après sevrage. Pages 325-332. Proceedings of 6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. ITAVI, Paris.

Maertens L, Luzi F. 1995. The effect of extrusion in diets with different starch levels on the performance and digestibility of young rabbits. Pages 131-138. 9. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere. DVG, Celle.

Maertens L, Aerts JM, De Boever J. 2004. Degradation of dietary oligofructose and inulin in the gastro-intestinal tract of the rabbit and the effects on caecal pH and volatile fatty acids. *World Rabbit Science* **12**: 235-246.

Maertens L, Lebas F, Szendrő Zs. 2006. Rabbit milk: a review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbits Science* **14**: 205-230.

Maertens L. 2020. Feeding systems for intensive production. Pages 275-288 in De Blas C, Wiseman J, editors. *Nutrition of the Rabbit*, 3rd Edition. CAB International, Wallingford.

Makovický P, Volek Z, Uhlířová L, Makovický P. 2018. The influences of dried chicory root and white lupine added to food on jejunal morphology: experimental study. *Gastroenterology and Hepatology From Bed to Bench* **11**:233-238.

Martinec, M 2015. Trávicí onemocnění králíkat po odstavu – komplexní problém v praxi drobných chovů. Strana 39. – 41. XIII Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha

Martinec M, Šimek V, Jahoda J. 2017. Vývoj národních plemen králíků zařazených do programu ochrany genetických zdrojů ČR. Strana 54. – 56. XIV. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Martinec M, Šimek V, Vilhelm J. 2019. Stav národních plemen králíků v genetických zdrojích v ČR. Strana 31. – 36. XV. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Martínez-Villaluenga C, Frías J, Vidal-Valverde C. 2006. Functional lupin seeds (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) after extraction of α -galactosides. Food Chemistry **98**:291-299.

Mertens DR. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. Journal of AOAC International **85**:1217–1240.

Morisse JP, Maurice R, Boilletot E., Cotte JP. 1993. Assesment of the activity of a fructo-oligosaccharide on different caecal parameters in rabbits experimentally infected with *Escherichia coli* O.103. Annales de Zootechnie **42**:81-87.

Nicodemus N, Gutiérrez I, García J, Carabaño R, de Blas C. 2002. The effect of remating interval and weaning age on the reproductive performance of rabbit does. Animal Research **51**:517-523.

Petterson DS. 2000. The use of lupins in feeding systems – Review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences **13**:861-882.

Perez JM, et al. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. World Rabbit Science **3**:41-43.

Petracci M, Soglia F, Leroy F. 2018. Rabbit meat in need of a hat-trick: from tradition to innovation (and back). Meat Science **146**:93-100.

Robertson JB, Van Soest PJ. 1981. The detergent system of analysis. Pages 123-158 in James WPT, Theander O, editors. The analysis of dietary fibre in food. Marcel Dekker, New York City.

- Romero C, Nicodemus N, García-Rebollar P, García-Ruiz AL, Ibáñez MA, de Blas JC. 2009. Dietary level of fibre and age at weaning affect the proliferation of *Clostridium perfringens* in the caecum, the incidence of Epizootic Rabbit Enteropathy and the performance of fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology* **153**:131-140.
- Rommers J, Maertens L, Kemp B. 2006. New perspectives in rearing systems for rabbit does. Pages 39-52 in Maertens L, Coudert P, editors. *Recent Advances in Rabbit Sciences*. Recent Advances in Rabbit Sciences. COST and ILVO, Melle
- Rosell JM. 2003. Health status of commercial rabbitries in the Iberian peninsula. A practitioners study. *World Rabbit Science* **3**:157-169.
- Rosell JM, de la Fuente LF, Badiola J I, de Luco F, Casal J, Saco M. 2009. Study of urgent visits to commercial rabbits farms in Spain and Portugal during 1997-2007. *World Rabbit Science* **17**:127-136.
- Rosell JM, de la Fuente LF. 2016. Causes of mortality in breeding rabbits. *Preventive Veterinary Medicine* **127**:56-63.
- Savietto D, Marono S, Martinez I, Martínez-Parades E, Ródenas L, Cervera C, Pascual JJ. 2016. Patterns of body condition use and its impact on fertility. *World Rabbit Science* **24**:39-45.
- Scapinello C, Gidenne T, Fortun-Lamothe L. 1999. Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period, according to the milk/solid feed intake pattern before weaning. *Reproduction Nutrition Development* **39**:423-432.
- Skřivanová E, Marounek M, Dlouha G, Kaňka J. 2005. Susceptibility of *Clostridium perfringens* to c-2-c-18 fatty acids. *Letters in Applied Microbiology* **41**:77-81.
- Schlolaut W. 1995. *Das große Buch vom Kaninchen*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Statistical Analysis System. 2006. *SAS/STAT User's Guide (Release 9.1)*. SAS Inst. Inc. Cary NC, USA.
- Strychalski J, Gugolek A, Daszkiewicz T, Konstantynowicz M, Kędzior I, Zwoliński C. 2014. A comparison of selected performance indicators, nutrient digestibility and nitrogen balance parameters in Californian and Flemish Giant rabbits. *Journal of Applied Animal Research* **42**:389-394.

Szendrö Zs, Dalle Zotte A. 2011. Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbit: A review. *Livestock Science* **137**:296-303.

Szendrö ZS, Trocino A, Hoy ST, Xiccato G, Villagrà A, Maertens L. 2019. A review of recent research outcomes on the housing of farmed domestic rabbits: reproducing does. *World Rabbit Science* **27**:1-14.

Šimek V, Martinec M, Jahoda J, Zapletal D. 2019. Historie a význam produkce králíčího masa z drobných chovů na našem území. Strana 15. – 18. XV Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Štetka A. 2015. Chov králíků v zájmových chovech. Strana 11. – 15. XIII. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Tudela F, Lebas F. 2006. Modalités du rationnement des lapins en engraissement. *Cuniculture Magazine* **33**:21-27.

Tůmová E, Chodová D, Kaplan J, Martinec M, Mátlová V, Pavel J, Svobodová J, Uhlířová L, Volek Z. 2014. Genetické zdroje králíků, drůbeže a nutrií, jejich užitkové vlastnosti a možné využití. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha

Trocino A, García J, Carabaño R, Xiccato G. 2013. A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits **21**:1-15.

Trocino A, Cotozzolo E, Zomeño C, Petracci M, Xiccato G, Castellini C. 2019. Rabbit production and science: the world and Italian scenarios from 1998 to 2018. *Italian Journal of Animal Science* **18**:1361-1371.

Uhlířová L, Volek Z, Marounek M, Tůmová E. 2015. Effect of feed restriction and different crude protein sources on the performance, health status and carcass traits of growing rabbits. *World Rabbit Science* **23**:263-272.

Vanhonacker F, Van Poucke E, Tuytens FAM, Verbeke W. 2010. Citizens' views on farm animal welfare and related information provision: exploratory insights from Flanders, Belgium. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* **23**: 551-569.

Verspecht A, Maertens L, Vanhonacker F, Tuytens, FAM, Van Huylbroeck G, Verbeke W. 2011. Economic impact of decreasing stocking densities in broiler rabbit production based on Belgian farm data. *World Rabbit Science* **19**:123-132.

Villamide MJ, Nicodemus N, Fraga MJ, Carabaño R. 2010. Protein digestion. Pages 39-55 in de Blas JC, Wiseman J, editors. Nutrition of the rabbit. 2nd Edition. CAB International, Wallingford.

Volek Z. 2005. Optimální složení krmných směsí pro rostoucí králíky. Stran 59-62. VIII. Celostátní seminář „Nové směry v chovu brojlerových králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Volek Z, Marounek M, Skřivanová V. 2005. Replacing starch by pectin and inulin in diet of early-weaned rabbits: effect on performance, health and nutrient digestibility. Journal Animal and Feed Sciences **14**:324-337.

Volek Z, Marounek M, Skřivanová V. 2007. Effect of a starter diet supplementation with mannan-oligosaccharide or inulin on health status, caecal metabolism, digestibility of nutrients and growth of early weaned rabbits. Animal **1**:523-530.

Volek Z, Marounek M. 2009. Whole white lupin (*Lupinus albus* cv. Amiga) seeds as a source of protein for growing-fattening rabbits. Animal Feed Science and Technology **152**:322-329.

Volek Z, Marounek M. 2011a. Effect of feeding growing-fattening rabbits a diet supplemented with whole white lupin (*Lupinus albus* cv. Amiga) seeds on fatty acid composition and indexes related to human health in hind leg meat and perirenal fat. Meat Science **87**:40-45.

Volek Z, Marounek M. 2011b. Dried chicory root (*Cichorium intybus* L.) as a natural fructan source in rabbit diet: effects on growth performance, digestion and caecal and carcass traits. World Rabbit Science **19**:143-150.

Volek Z, Marounek M, Volková L, Kudrnová E. 2014. Effect of diets containing whole white lupin seeds on rabbit doe milk yield and milk fatty acid composition as well as the growth and health of their litters. Journal of Animal Science **92**:2041-2049.

Volek Z. 2015. Základy faremního chovu brojlerových králíků. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Volek Z. 2016. White lupine is a suitable feed component in rabbit diets. A review. Slovak Journal of Animal Science **49**:147-150.

Volek Z, Uhlířová L, Marounek M, Tůmová E, Zita L. 2016. The effect of dried chicory root added to the restrictive feed ration of rabbits on health status, performance and caecal and

carcass traits. Pages 467-470. Proceedings of the 11th World Rabbit Congress. World Rabbit Science Association, Qingdao.

Volek Z. 2017. Základy výživy a krmení brojlerových králíků. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha

Volek Z, Bureš D, Uhlířová L. 2018a. Effect of dietary dehulled white lupine seed supplementation on the growth, carcass traits and chemical, physical and sensory meat quality parameters of growing-fattening rabbits. *Meat Science* **141**:50-56.

Volek Z, Ebeid TA, Uhlířová L. 2018b. The impact of substituting soybean meal and sunflower meal with a mixture of white lupine seeds and rapeseed meal on rabbit doe milk yield and composition, and the growth performance and carcass traits of their litters. *Animal Feed Science and Technology* **236**:187-195.

Volek Z. 2019. Konzumace králíčího masa z historického pohledu a budoucí perspektivy. Strana 19. – 21. XV. Celostátní seminář „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.

Volek Z, Uhlířová L, Zita L. 2020. Narrow-leaved lupine seeds as a dietary protein source for fattening rabbits: a comparison with lupine seeds. *Animal* **14**:881-888.

Zadina J. 2003. Vzorník plemen králíků. Český svaz chovatelů. Brno.

Zwoliński C, Gugolek A, Strychalski J, Kowalska D, Chwastowska-Siwiecka J, Konstantynowicz M. 2017. The effect of substitution of soybean meal with a mixture of rapeseed meal, white lupin grain, and pea grain on performance indicators, nutrient digestibility in Popielno White rabbits. *Journal of Applied Animal Research* **45**:570—576.

Xiccato G, Trocino A, Nicodemus N. 2006. Nutrition of the young and growing rabbits: a comparative approach with the doe. Pages 239-246 in Maertens L, Coudert P, editors. Recent Advances in Rabbit Sciences. Recent Advances in Rabbit Sciences. COST and ILVO, Melle.