

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



Sacharidy ve výživě králíků

Bakalářská práce

Autor práce: Iva Holešinská

Vedoucí práce: Adéla Dokoupilová

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Sacharidy ve výživě králíků" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. dubna 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Adéle Dokoupilové, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce, ochotu a trpělivost.

Sacharidy ve výživě králíků

Souhrn

Úspěšný chov králíků vyžaduje znalost fyziologie trávicího ústrojí králíků a jejich požadavků na složení krmné dávky v jednotlivých obdobích života. Nejnáročnějším obdobím v životě králíků je období odstavu, kdy zvíře přechází z mléčné výživy na pevnou potravu. V tomto období není trávicí trakt králíků zcela vyvinut, a proto je charakteristické častým výskytem zažívacích poruch. Hlavní příčinou těchto zažívacích potíží bývá špatně zvolené složení krmné směsi, které mimo jiné neodpovídá snížené aktivitě enzymu amylázy, umožňující trávení škrobu.

Potravní strategie králíků spočívá v konzumaci krmiva s vysokým obsahem vlákniny, a proto je nutné zajistit krmnou dávku s dostatečnou koncentrací kvalitních zdrojů sacharidů. Sacharidy se dělí na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy, přičemž monosacharidy a oligosacharidy jsou se svou jednoduchou strukturou v trávicím traktu králíků poměrně rychle stravitelné. Polysacharidy se dělí na sacharidy hydrolyzovatelné, které jsou snadno tráveny v tenkém střevě (některé škroby) a na sacharidy fermentovatelné, které jsou rozložitelné pouze působením enzymů produkovanými střevní mikroflórou (pektiny, hemicelulóza, celulóza a lignin).

Sacharidy hrají ve výživě králíků podstatnou roli. Na rozdíl od období mléčné výživy, kdy potrava přijímaná mládětem obsahuje minimální množství sacharidů, je v období odstavu zvířatům často předkládána krmná směs s vysokým obsahem sacharidů, na který není jejich trávicí trakt zcela připraven. Následkem bývají zažívací potíže, až úhyn a proto je důležité přizpůsobit jednotlivé složky krmné směsi požadavkům zvířete. Dospělý jedinec je již vůči vyšší koncentraci sacharidů odolnější, ale přesto je nutné volit vhodné komponenty. Například směs pro chovné jedince by měla obsahovat především oves a ječmen, zatímco králíkům určeným k výkrmu je možné předkládat kukuřici.

Klíčová slova: králík, sacharidy, vláknina, bakteriální fermentace, cékotrofie

Carbohydrates in rabbit nutrition

Summary

Successful breeding of rabbits requires knowledge of the rabbit's digestive tract physiology and their requirements for the composition of the diet in different periods of their life. The most exacting life period of growing rabbits is the weaning period, where the rabbit's transition from doe's milk to a solid feed takes place. The rabbit's digestive system is not completely developed in this period and therefore is characterized by frequent digestive disorders. The main cause of these digestive problems is often the poorly chosen composition of the diet, which among other things does not correspond to the reduced activity of the enzyme amylase, which enables the starch digestion.

Rabbits have a feeding strategy based on consuming feeds high in fibre and therefore it is necessary to ensure that the diet has a sufficient concentration of high-quality sources of carbohydrates. Carbohydrates are divided into three classes, monosaccharides, oligosaccharides and polysaccharides, the monosaccharides and oligosaccharides have a simple structure and that's why these carbohydrates in the rabbit's gastrointestinal tract are relatively quickly digested. Polysaccharides are divided into hydrolyzable carbohydrates, which are easily digested in the small intestine (some starches), and fermentable carbohydrates, that are degraded only by enzymes that are produced by the intestinal microflora (pectins, hemicellulose, cellulose and lignin).

Carbohydrates occupy an important role in the rabbit's nutrition. Nutrition of suckling contains a minimal amount of carbohydrates, however rabbits in the weaning period who are often fed a diet with a high content of carbohydrates. Their digestive tracts are not completely prepared for a high content of carbohydrates in this period. This results in digestive troubles with possible mortality, therefore it is important to customize the particular components of compound feed requirements of the animals. Adult rabbit's are more resistant to a high content of carbohydrates in nutrition, but it is nevertheless necessary to select appropriate components. For example the diet for rabbits intended for

breeding should include mainly oats and barley, while the diet for fattening rabbits may contain maize.

Keywords: rabbit, carbohydrates, dietary fiber (roughage), bacterial fermentation, cecotrophy

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární přehled	3
3.1	Anatomie a fyziologie trávicího ústrojí králíka.....	3
3.1.1	Tenké střevo	4
3.1.2	Tlusté střevo	6
3.2	Cekotrofie	8
3.3	Sacharidy ve výživě králíků	11
3.3.1	Rozdělení sacharidů	13
3.3.1.1	Monosacharidy.....	14
3.3.1.2	Oligosacharidy.....	16
3.3.1.3	Polysacharidy	18
3.3.2	Význam sacharidů v jednotlivých obdobích postnatálního vývoje králíků.....	21
3.3.2.1	Období mléčné výživy	21
3.3.2.2	Období odstavu	23
3.3.2.3	Období intenzivního růstu.....	25
4	Závěr	30
5	Seznam použité literatury.....	32

1 Úvod

Chov králíků má v České republice dlouholetou tradici a i přes klesající stavy faremních chovů i malochovů se stále těší velkému zájmu chovatelů. Pokles stavů králíků chovaných v ČR je následkem relativně malé výtěžnosti a vysokých spotřebitelských cen králíků, které způsobují menší poptávku po tomto druhu masa. Na stavy králíků má vliv také skutečnost, že králíci nebyli donedávna uznáni jako hospodářská zvířata, a proto nebyly na toto odvětví udělovány dotace. Například v roce 2014 byl celkový počet chovaných králíků na našem území 5 676 000 kusů a o rok později již pouze 5 414 000. Podstatnou roli v počtu králíků na našem území hraje i dovoz a vývoz živých králíků. V roce 2014 převyšoval dovoz nad vývozem živých králíků. V daném roce bylo dovezeno 487 346 králíků, zatímco 14 324 kusů bylo vyvezeno a to především do sousedního Německa. Pokles byl zaznamenán i ve spotřebě králíčího masa, která se pohybuje kolem 1,1 kg na obyvatele za rok (2015), (Roubalová a Mach, 2015).

I přes klesající stavy králíků dané nepříznivou ekonomikou tohoto odvětví, je maso králíků stále vysoce ceněno, kvůli jeho vysoké stravitelnosti a nízkému obsahu cholesterolu a tuku. Pro úspěšný chov králíků je nutné znát fyziologii trávení králíků a jejich požadavky na složení krmné dávky v jednotlivých obdobích života. Obecně je nejnáročnějším obdobím období odstavu, ve kterém zvíře přechází z mléčné výživy na pevnou potravu. V tomto období, které nastává v rozmezí od 21. do 42. dne života králíků, není jejich trávicí trakt zcela vyvinut a z tohoto důvodu často dochází k zažívacím poruchám, které mohou končit až úhynem zvířat. Hlavní příčinou zažívacích potíží v tomto kritickém období bývá špatně zvolené složení krmné směsi, které mimo jiné neodpovídá snížené aktivitě enzymu amylázy, umožňující trávení škrobu. Nadměrný přísun škrobu v krmné dávce určené mladým králíkům vede ke změně mikrobiální aktivity ve slepém střevě, při které dochází k přemnožení nežádoucích bakterií produkujících enterotoxiny (např. *Clostridium perfringens*). Naopak vláknina, zejména neutrálně detergentní vláknina, ovlivňuje rychlost průchodu tráveniny, optimalizuje střevní fermentaci a je tedy v krmné dávce určené králíkům nepostradatelná. Vhodný zdroj a poměr sacharidů je podstatný pro zajištění zdraví mladých králíků.

2 Cíl práce

Cílem práce je shrnutí literárních poznatků o problematice sacharidů ve výživě králíků.

3 Literární přehled

3.1 Anatomie a fyziologie trávicího ústrojí králíka

Králíci patří mezi monogastrické býložravce, jejichž trávicí trakt je uzpůsoben k příjmu velkého množství rostlinné potravy (Gidenne, 2003) a ve srovnání s utvářením zažívací soustavy ostatních býložravců vykazuje řadu odlišností (Davies a Davies, 2003).

Horní část trávicího ústrojí králíka se svou stavbou i funkcí velmi podobá ostatním monogastrickým zvířatům.

Žaludek králíků je specifický změnami pH v průběhu dne. Po opětovném požití kašovitých výkalů, které jsou bohaté na živiny, způsobí jejich přítomnost v žaludku nárůst pH z běžné hodnoty pro dospělého králíka 1-2 na hodnotu 3. Tato změna nastává v důsledku pufračních účinků laktátu, který je produkován mikroorganismy obsaženými v cekotrofech (Davies a Davies, 2003).

Pro králíky je specifické velmi dlouhé střevo, jehož největší část tvoří slepé střevo. Právě slepé střevo společně s tračníkem umožňují proces anaerobní fermentace, díky které dokáže králík trávit celulózu a to za pomoci aktivity mikroorganismů, které v tomto úseku trávicí soustavy žijí. Další odlišností králíků od ostatních monogastrických zvířat je schopnost tzv. cekotrofie, což je proces požívání a opětovného trávení vlastních kašovitých výkalů, které obsahují využitelné živiny (Davies a Davies, 2003).

Metabolismus králíků je velmi rychlý a vyžaduje tedy příjem kvalitní vyvážené krmné dávky (Manning, 1994).

3.1.1 Tenké střevo

Tenké střevo tvoří přibližně 12 % celkového objemu trávicího traktu králíka (Johnson-Delaney, 2006).

Peristaltické kontrakce nastávají každých 10 – 15 minut a díky tomu je v porovnání s jinými býložravci průchod potravy tenkým střevem králíků velmi rychlý (Davies a Davies, 2003). Tyto peristaltické pohyby jsou regulovány pomocí gastrointestinálních hormonů a peptidů, včetně cholecystokininu, somatostatinu a vasoaktivních střevních peptidů. Na rozdíl od většiny ostatních živočišných druhů, je pohyblivost tenkého střeva stejně jako u člověka ovlivňována motilinem. Motilin je peptid produkováný enterochromafinními buňkami v dvanáctníku a stimuluje kontrakce hladkého svalstva. Jeho uvolňování je zvyšováno přítomností tuků a inhibováno přítomností cukrů v rámci střevního obsahu. Aktivita motilinu v distální části tenkého střeva postupně klesá, ve slepém střevu chybí úplně a opět se objevuje až v tračníku a konečníku (Davies a Davies, 2003).

Prvním úsekem tenkého střeva je dvanáctník, do kterého ústí slinivka břišní a žlučovod. Slinivka břišní je u králíka malá a nachází se mezi tlustým střevem, žaludkem a dvanáctníkem (Davies a Davies, 2003). Johnson-Delaney (2006) uvádí, že pankreas je tvořen jednotlivými lalůčky, ze kterých je sekret obsahující trávicí enzymy odváděn hlavním vývodem. Mezi tyto enzymy patří trypsin, chymotrypsin, amyláza a lipáza. Trypsin s chymotrypsinem štěpí peptidické vazby bílkovin, amyláza rozkládá škroby a cukry a lipáza se podílí na štěpení tuků.

Pankreatické enzymy trypsin a chymotrypsin mají v období prvních čtyř týdnů života králíka sníženou aktivitu, která se po uplynutí této doby zvyšuje. Se stárnutím zvířete dochází k postupnému snižování aktivity žaludeční lipázy a vzrůstu aktivity pankreatické lipázy. Amyláza, enzym produkováný převážně slinivkou břišní, má změny související s věkem podobné lipáze. Její specifická činnost je nižší první dva týdny života zvířete a poté se postupně zvyšuje až do 35. dne věku, kdy je již produkována naplno. Činnost slinivky břišní je doplněna přítomností disacharidáz, které se nacházejí převážně v tenkém střevě. Aktivita laktázy se snižuje s věkem, zatímco invertáza a maltáza se zvyšují. Další enzymy, které výrazně zvyšují svou aktivitu s věkem králíka, jsou celuláza, pektináza, xylanáza a ureáza. Aktivita těchto enzymů je následek přítomnosti mikroorganismů a poskytuje zvířeti

schopnost využívat vlákninu. Slinivka je také velmi důležitým zdrojem bikarbonátových iontů, které neutralizují kyselou tráveninu vstupující do tenkého střeva ze žaludku (Blas a Wiseman, 1998).

Králík vyprodukuje přibližně 100 – 150 mililitrů žluči na kilogram tělesné hmotnosti denně. Žluč je následně odváděna z parenchymu jater jaterními vývody do žlučníku a poté společným žlučovodem do střeva. Žlučové kyseliny, kterými jsou kyselina cholová a chenodeoxycholová, jsou velmi důležité pro štěpení mastných či olejnatých materiálů na malé molekuly. Tímto je umožněno vstřebávání tuků a v tucích rozpustných vitamínů (Davies a Davies, 2003).

Nejdelší částí tenkého střeva je lačník a průchod tráveniny trvá přibližně 10 – 20 minut. V lačníku jsou vstřebávány hydrogenuhličitan, které byly vyprodukovány ve dvanáctníku.

Na lačník navazuje kyčelník, na jehož distálním konci se nachází silnostěnné rozšíření, které se nazývá Sacculus rotundus. Tento úsek je umístěn v přechodu mezi kyčelníkem a slepým střevem. Obsahuje velké množství lymfatických folikulů, které se podílejí na podporování imunitního systému. Sacculus rotundus se vyskytuje pouze u zajícovců (Johnson-Delaney, 2006). Davies a Davies (2003) zdůrazňuje, že kyčelník hraje velmi významnou roli při znovuvyužití elektrolytů vylučovaných v žaludku a tenkém střevě, zpětným vstřebáváním iontů hydrogenuhličitanu. Tenké střevo odděluje od střeva tlustého ileokolická chlopeč, která zabraňuje zpětnému navracení střevního obsahu.

3.1.2 Tlusté střevo

Tlusté střevo se skládá ze střeva slepého, tračníku a konečníku (Johnson-Delaney, 2006). Weisbroth (1974) uvádí, že tlusté střevo má odlišnou stavbu stěny než střevo tenké. *Taenia coli* (tračnickové proužky) typické pro tlusté střevo, jsou tři samostatné, na sobě ležící pruhy podélné svaloviny.

Kontrakcemi svaloviny rozděluje tlusté střevo tráveninu podle nutriční hodnoty, na částice nutričně slabé, špatně stravitelné a pro králíka již nevyužitelné a na částice snadno stravitelné, které mohou být dále metabolizovány střevní mikroflórou. Separace je prováděna na základě hustoty a velikosti částic. Střevní obsah, který může být dále užitečnější, putuje do slepého střeva, kde probíhá jeho další zpracování. Ostatní materiál je z těla vyloučen (Manning, 1994).

Slepé střevo králíků se od třetího do sedmého týdne života vyvíjí rychleji než zbytek těla a dosahuje vrcholu celkové hmotnosti sedmý až devátý týden. pH střevního obsahu je ovlivňováno věkem a od patnáctého dne se postupně snižuje z 6,8 až na hodnotu 5,6, která se objevuje padesátý den života (Blas a Wiseman, 1998).

V porovnání s velikostí těla je toto střevo u králíka největší ze všech savců. Je dvakrát delší než břišní dutina a zaujímá 40 – 60 % celkového objemu trávicího traktu (Davies a Davies, 2003). Johnson-Delaney (2006) dodává, že slepé střevo má desetkrát větší kapacitu než žaludek králíka. Tvarem připomíná tenkostěnný vakovitý orgán stočený do třech závitů, se slepě zakončeným červovitým přívěskem. *Apendix vermiformis* obsahuje ve sliznici množství lymfatické tkáně a produkuje hydrogenuhličitanové ionty, odbourávající těkavé mastné kyseliny produkované střevní fermentací.

Pro slepé střevo je charakteristická přítomnost mikrobiální populace, která společně s cekotrofií umožňuje získávat přídatnou energii, aminokyseliny a vitamíny. Nejvíce zastoupeným rodem vyskytujícím se u dospělých králíků, je rod *Bacteroides*. Tyto anaerobní gramnegativní bakterie jsou tyčinkovitého tvaru a vyznačují se odolností vůči žlučovým kyselinám a schopností rozkládat složité molekuly (Blas a Wiseman, 1998). Johnson-Delaney (2006) popisuje, že součástí přirozené střevní mikroflóry jsou i bičíkatí prvoci, kvasinky a nízký počet bakterií *Escherichia coli* společně s bakteriemi rodu *Clostridium difficile* a *Clostridium spiroforme*.

Vzestupný tračník je velmi dlouhý a rozdělený na více částí. První část obsahuje tři *taenie*, které vytvářejí tři řady vyklenuté podélné svaloviny ve výpuky, oddělené od sebe příčnými brázdami. Tyto výpuky jsou nazývané též *haustra*. V druhé a třetí části se *taenie* spojují a vytvářejí jednu řadu vyklenuté svaloviny. Zbytek vzestupného tračníku již žádné *taenie* neobsahuje a je stočený v dorzální části břišní dutiny.

Příčný tračník je krátký a končí ve svalovém ztluštění známém jako *fusos coli*. Tato struktura je specifická pro zajícovce. *Fusus coli* řídí peristaltické vlny a kontrakcemi odděluje fermentovatelný materiál od stravitelných vláken. Rozděluje tračník na dvě části, který tak může být rozdělován na proximální a distální tračník, místo déle používaného vzestupného, příčného a sestupného tračníku (Davies a Davies, 2003).

Sestupný tračník pokračuje pánví do konečníku, který je zakončen řitním otvorem (Weisbroth, 1974).

3.2 Cekotrofie

Cekotrofie, neboli znovu pozření měkkých výkalů tzv. cekotrofů, je nedílnou součástí fyziologie trávení králíka a zajišťuje maximální využitelnost živin krmné dávky. Cekotrofy jsou formovány ve slepém střevě, kde žijí bakterie schopné přeměňovat stravitelnou vlákninu na těkavé mastné kyseliny (Cheeke, 1987).

V případě, že trávenina vstoupí do slepého střeva králíků v brzkých ranních hodinách, podstupuje řadu biochemických změn. Hlen vylučovaný stěnou tlustého střeva postupně obaluje natrávenou hmotu, která je pomocí kontrakcí střevní stěny formována do kuliček. Tyto kuličky jsou spojeny do prodloužených shluků a jsou nazývány měkké či noční výkaly. Odborněji jsou označovány jako cekotrofy. Pokud trávenina vstoupí do tlustého střeva v jinou denní dobu, reakce proximální části tlustého střeva je zcela odlišná. V tomto okamžiku začnou probíhat vlny svalových kontrakcí střídavého směru, kdy je nejprve střevní obsah posunut běžným směrem a poté je tlačěn zpět do slepého střeva. Proměnlivý tlak a rytmus těchto kontrakcí způsobí, že je střevní obsah lisován a většina kapalné složky, obsahující rozpustné části společně s částicemi menšími než 0,1 mm, jsou vráceny zpět do slepého střeva. Pevná část, obsahující především částice větší než 0,3 mm, je formována do tvrdých výkalů, které jsou následně vyloučeny (Lebas a kol., 1997).

V důsledku tohoto dvojího účinku, produkuje tlusté střevo králíka dva typy výkalů: tvrdé a měkké. Tvrdé výkaly jsou vyloučeny, zatímco měkké výkaly jsou králíkem znovu pozřeny okamžitě po vyloučení z konečníku (Lebas a kol., 1997).

Měkké výkaly jsou tvořeny tmavě zelenou částečně fermentovanou hmotou. Tento materiál je bohatý na živiny a mikrobiální organismy (Davies a Davies, 2003). V porovnání s tvrdými výkaly mají vyšší obsah proteinů, vody a nižší obsah vlákniny. Jsou obaleny slizovitou membránou, která je produkována pohárkovými buňkami v tlustém střevě. Tato membrána slouží jako ochrana proti trávicím procesům odehrávajícím se v žaludku. Na rozdíl od tvrdých výkalů, které se vyskytují jednotlivě, cekotrofy jsou formovány do hroznovitých útvarů (Cheeke, 1987). Davies a Davies (2003) uvádí, že měkké výkaly procházejí tlustým střevem 1,5 – 2,5 krát rychleji, než výkaly tuhé. Tento rozdíl je způsoben kontrakcemi *fusus coli*, která ve fázi tvorby měkkých výkalů neodděluje tekutinu od pevnějších částic

Ke konci dopoledne se nachází v žaludku velké množství cektrofů, které může zahrnovat až tři čtvrtiny jeho celkového obsahu. Poté cektrofy podstupují stejné trávicí procesy, jako běžná potrava. Vzhledem k tomu, že některé části potravy mohou být znovu využity, dokonce až třikrát či čtyřikrát, trvá trávicí proces králíka od 18 do 30 hodin. Doba trávení je také závislá na typu krmiva (Lebas a kol., 1997).

Králíci začínají přijímat produkty cektrofie mezi druhým a třetím týdnem života, kdy přecházejí na pevnou stravu (Johnson-Delaney, 2006). Davies a Davies (2003) dodává, že zvíře cektrofy nežvýká, ale polyká je v celku a neporušené. Často bývá tento proces „znovupozření“ měkkých výkalů chybně nazýván koprofágie. Fuller (2003) dodává, že nutričním přínosem cektrofie jsou především mikrobiálně syntetizované vitamíny, jako například ve vodě rozpustné vitamíny skupiny B a vitamín K. Dalším přínosem je získávání proteinů mikrobiálního původu syntetizovaných ve slepém střevě.

Množství vyprodukovaných a pozřených měkkých výkalů se odvíjí od složení krmné dávky a produktivního stavu zvířete (Manning a kol., 1994). Aby cektrofie správně fungovala, potřebuje zvíře krmnou dávku s vysokým obsahem vlákniny. V případě, že krmivo obsahuje malé množství vlákniny, prodlužuje se doba zadržení natrávené hmoty uvnitř trávicího traktu a snižuje se pohyblivost střev. Následkem bývá snížená produkce cektrofů. Ideálně by množství hrubé vlákniny v krmné dávce mělo dosahovat alespoň 15%. Zvýšení hrubé vlákniny v krmivu zapříčiní zvýšení obsahu vlákniny nacházející se ve výkalech a tím dojde ke snížení obsahu bílkovin (Johnson-Delaney, 2006). Je tedy vhodné zahrnout do krmiva minimum vlákniny, které umožní poměrně rychlé dokončení králíčích trávicích procesů. Objemné krmivo zajišťuje obsah surové vlákniny v krmivu, protože je obvykle poměrně těžko stravitelné. Nicméně některé zdroje vlákniny, jako například řepné řízky či ovocná dužina, jsou vysoce stravitelné (stravitelnost vlákniny se pohybuje od 60 do 80 %), (Lebas a kol., 1997).

Experimenty ukázaly, že cektrofie začíná 8 až 12 hodin po krmení, nebo u zvířat krmených ad libitum po vrcholu příjmu potravy. Cektrofie je také ovlivňována světelným režimem, kterému jsou zvířata vystavena a vnitřními regulačními procesy. Například odstranění nadledvin může způsobit přerušení cektrofie. Injekčně podávaný kortizon však

zapříčiní obnovení normálního chování a to i bez přítomnosti nadledvin. Trávicí procesy králíka jsou tedy poměrně závislé na sekreci hormonů nadledvin. Hypersekrece, která je spojena se stresem, zpomaluje trávicí činnost a představuje vysoké riziko trávicích potíží (Lebas a kol. 1997).

Vzhledem k selektivnímu a rychlému vylučování vlákniny, jako hlavní součásti pevných výkalů, je stravitelnost u králíka mnohem nižší, než u koní a přežvýkavců (Fuller, 2003).

3.3 Sacharidy ve výživě králíků

Pro správnou výživu králíků je nutné znát specifické vlastnosti fyziologie jejich trávicího traktu. Protože je králík býložravec, spočívá jeho potravní strategie v konzumaci krmiva s vysokým obsahem vlákniny a také v uzpůsobení trávicího ústrojí (střev) k separaci a rychlému vylučování vlákniny. Pro udržení zdravého zažívacího traktu králíka je nutné zajistit krmnou dávku s dostatečnou koncentrací kvalitních zdrojů bílkovin a sacharidů (Fuller, 2003).

Sacharidy jsou v trávicím traktu králíků vstřebávány dvěma základními způsoby. Jedním způsobem je vstřebávání v podobě jednoduchých cukrů, mezi které patří například glukóza, a druhý způsob je ve formě těkavých mastných kyselin, které jsou produkovány jako konečný produkt mikrobiální fermentace odehrávající se ve slepém střevě králíka. Tyto organické kyseliny, které představují pro bakterie odpadní látky, jsou jedincem zužitkovány jako zdroj energie (Gidenne, 2003).

Hlavním sacharidem představujícím snadno dostupné uhlohydráty v potravě králíků je škrob, který je dominantní složkou obilných zrn. Z běžně užívaných obilovin v krmivářství mají nejvyšší obsah škrobu kukuřice a pšenice, zatímco oves a ječmen obsahují nižší množství škrobu, ale zato vyšší obsah pentosanů a celulózy. Škrob je důležitý ve výživě králíků, protože poskytuje energii, avšak při nadbytečném množství v krmné dávce u nich může vyvolat zažívací poruchy (Gidenne, 2003). Blas a Wiseman (1998) dodává, že škrob je v trávicím traktu králíka téměř dokonale rozložitelný, obdobně jako u ostatních hospodářských zvířat. Z tohoto důvodu, se ve výkalech králíků nachází minimální množství škrobu (méně než 0,02g z příjmu). V některých případech může hladina škrobu ve výkalech dosáhnout až k 0,10g z příjmu, především v závislosti na věku králíka a zdroji škrobu.

Mezi další snadno stravitelné sacharidy patří sacharóza a hemicelulóza. Sacharóza se v krmných směsích pro králíky vyskytuje převážně jako součást melasy, vedlejšího produktu při rafinaci cukru. Sacharóza a melasa jsou pro králíky vysoce stravitelné a zvyšují příjem krmiva. Melasa je také užitečná při snižování prašnosti krmiva a zlepšování kvality pelet (Gidenne, 2003).

Ve srovnání s jinými druhy zvířat jsou králíci schopni spotřebovat velké množství krmiva s vysokým obsahem vlákniny (Cobos a kol., 1995). Vlákna má důležitou roli v regulaci

střevního tranzitu, střevní mikroflóry a integrity střevní sliznice (Pinheiro a kol., 2009). Cheeke (1987) dodává, že další úlohou vlákniny je zejména ochrana proti enteritidám a z tohoto důvodu je také nestravitelná vláknina zahrnuta v krmných dávkách.

Vliv vlákniny na zažívání zvířat se může lišit v závislosti na poměru nestravitelné vlákniny (celulóza a lignin) a stravitelné vlákniny (hemicelulóza a pektiny), (Pinheiro a kol., 2009). Stravitelnost vlákniny u králíků je tedy různá. Krmiva s vysokým obsahem ligninu a celulózy mají stravitelnost nižší než 15%, ale u nezdřevnatělých zdrojů vlákniny, jakými jsou například řepné řízky, může dosahovat až 60% (Fuller, 2003). Právě stupeň dřevnatění, jak dodává Pinheiro a kol. (2009), je hlavním faktorem zodpovědným za nízkou stravitelnost. Fuller (2003) uvádí, že krmná směs určená pro chov králíků by měla obsahovat 10 – 15% hrubé vlákniny. Nižší úroveň může vést ke zpomalení tempa růstu, žvýkání srsti s tvorbou trichobezoárů a následným zvýšeným výskytem zánětů střev.

Sacharidy se v potravě králíků uplatňují i v podobě prebiotik. Prebiotické oligosacharidy jsou nestravitelnou složkou potravy a stimulují růst a aktivitu potenciálně zdraví prospěšných střevních bakterií (Marounek a kol., 1998). Tato symbiotická mikroflóra, jak uvádí Jehl a Gidenne (1996), může zabránit vzniku patogenní mikroflóry a vytváří tak tzv. bariérový efekt. Maertens a kol. (2004) dodává, že mezi přirozeně se vyskytující prebiotika patří například oligosacharid inulin, který je ve velkém množství obsažen v kořenech čekanky.

Probiotika jsou na rozdíl od prebiotik mikroorganismy, které příznivě ovlivňují rovnováhu střevní mikroflóry. K probiotikům se řadí například Bifidobakterie, které se nachází v mateřském mléce a dokáží snížit úmrtnost králíků při podstavové enteritidě (Marounek a kol., 1998).

3.3.1 Rozdělení sacharidů

Sacharidy jsou nejhojnější skupinou organických sloučenin, které jsou produkovány rostlinami při fotosyntéze. Vyšší živočichové a mikroorganismy využívají tyto sacharidy, jako zdroj energie a slouží též jako prekurzory pro vznik složitějších sloučenin (Fuller, 2003). Cui (2005) dodává, že oligosacharidy se mohou spojovat s bílkovinami za vzniku glykoproteinů nebo s tuky, kdy vznikají glykolipidy.

Sacharidy jsou důležitým stavebním materiálem rostlin a to především celulóza, chitin, xylany a mannany. Dále se uplatňují, jako ochranné látky. Některé polysacharidy uložené v buněčných stěnách rostlin jsou využívány jako přírodní neboli rostlinná antibiotika. Například fragmenty pektinových polysacharidů, obsažené v sójových bobech, vyvolávají syntézu bílkoviny, která inhibuje aktivitu hmyzu a mikrobiální proteinázu. Arabinoxylany pro změnu zabraňují nitrobuněčnému promrznutí, čímž umožňují rostlinám přezimovat. Některé sacharidy umožňují buňkám komunikovat s vnějším prostředím.

Sacharidy se rozdělují do tří skupin, monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy (Fuller, 2003). Cui (2005) nabízí i další rozdělení podle chemické struktury, na sacharidy s nízkou molekulovou hmotností, do kterých jsou zařazeny mono a disacharidy. Oligosacharidy se střední molekulovou hmotností tvoří druhou skupinu a vysokomolekulární polysacharidy skupinu třetí.

Dále je možné sacharidy rozdělit podle stravitelnosti na stravitelné a nestravitelné. Stravitelné sacharidy jsou snadno rozložitelné a vstřebatelné a patří mezi ně mono-, di-, oligo- i polysacharidy. Takovými stravitelnými sacharidy jsou například glukóza, fruktóza, sacharóza, laktóza a škrob. Nestravitelné sacharidy nejsou využívány přímo, ale jsou rozkládány symbiotickými bakteriemi. Tato skupina zahrnuje stavební polysacharidy rostlinných buněčných stěn, kterými jsou celulóza, pektiny a β -glukany (Cui, 2005).

Cheeke (1987) uvádí, že je možné i rozdělení na sacharidy vláknité a nevláknité. Mezi nevláknité se řadí například škrob a cukry, které jsou zvířaty snadno stravitelné. Vláknitý typ tvoří rostlinná vlákna, a je zodpovědný za strukturální tuhost rostlinné tkáně (například seno, sláma, dřevo). Pro strávení těchto vláken musí mít zvíře přizpůsoben zažívací trakt. Mezi tento typ je řazena i celulóza.

3.3.1.1 Monosacharidy

Jak již název naznačuje, monosacharidy se v přírodě vyskytují v monomerní podobě a není možné je hydrolýzou rozložit na jednodušší cukry (Cui, 2005). Jejich obecný vzorec, jak uvádí Fuller (2003), je $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Blas a Wiseman (1998) dodává, že skupina těchto cukrů je kvůli své jednoduché struktuře velmi rychle vstřebatelná v tenkém střevě.

Monosacharidy obsahují běžně pět (pentózy) nebo šest (hexózy) atomů uhlíku. Mezi hexózy se řadí glukóza, fruktóza a galaktóza, zatímco pod pentózy spadá například ribóza (Cheeke, 1987).

Glukóza je monosacharid patřící do skupiny aldohexóz. Mezi mnoha biologickými látkami nacházejícími se v přírodě, je pravděpodobně jedním z životně nejdůležitějších. Je podmínkou pro správný růst a úspěšné rozmnožování (Galant a kol., 2015). Glukóza je hlavním sacharidem v metabolismu zvířat a může být nazývána krevním cukrem, neboť hraje velmi významnou roli jako zdroj energie pro červené krvinky a mozkové buňky (Cheeke, 1987). Cui (2005) uvádí, že glukóza je známá i pod pojmem dextróza či hroznový cukr. Galant a kol. (2015) dodává, že tento cukr se uplatňuje jako součást složitějších struktur, kterými jsou polysacharidy a glykosidy. Hraje také významnou roli v potravinářském průmyslu, především kvůli své sladké chuti.

Fruktóza je dalším jednoduchým cukrem a vyskytuje se zejména v medu, ovoci a některých druhích zeleniny (Cheeke, 1987). Je známá i pod pojmem ovocný cukr (Cui, 2005). McDonald (2002) dodává, že fruktóza je sladší než glukóza a je tedy nejsladším monosacharidem. Nadměrná konzumace fruktózy může podpořit vznik obezity a dalších zdravotních potíží.

Ribóza je pěti-uhlíkatý sacharid a společně s deoxyribózou se podílejí na tvorbě nukleotidů. Je také základní složkou ribonukleových kyselin, které mají schopnost přenášet informace (Cheeke, 1987).

Galaktóza patří společně s glukózou, fruktózou a ribózou k nejčastěji se vyskytujícím monosacharidům v rostlinné říši. Galaktóza je u většiny živočišných druhů vstřebávána rychleji než glukóza a to především v podobě mateřského mléka (Benkeblia, 2014).

3.3.1.2 Oligosacharidy

Jednoduché sacharidy a oligosacharidy jsou někdy řazeny pod společný název „cukry“. Tyto cukry se obecně v krmivech objevují ve velmi malém množství, ačkoliv v některých surovinách, jako například v melase či řepě, může úroveň sacharózy dosáhnout až 500g kg^{-1} (Blas a Wiseman, 1998). Cui (2005) dodává, že oligosacharidy jsou sloučeniny obsahující 2 až 10 jednoduchých cukrů a počet jejich sacharidových zbytků určuje stupeň polymerizace. Řada oligosacharidů se vyskytuje přirozeně ve formě volných sloučenin obsažených v rostlinách.

Disacharidy jsou složeny ze dvou jednoduchých cukrů spojených glykosidovou vazbou (Cheeke, 1987). Cui (2005) uvádí, že mezi nejdůležitější přirozeně se vyskytující disacharidy patří sacharóza, laktóza a maltóza. Tyto disacharidy jsou hydrolyzovány v tenkém střevě.

Sacharóza, nazývaná též stolní cukr nebo pouze cukr, se vyskytuje ve všech rostlinách. Komerčně je však získávána z cukrové řepy a třtiny, proto je časté i označení třtinový či řepný cukr. Sacharóza vzniká spojením molekul fruktózy a glukózy. Rostlinný enzym invertáza je schopen hydrolyzovat sacharózu na tyto dva jednoduché monosacharidy, které jsou v zažívacím traktu snadno stravitelné a jedinec tak získá cenný zdroj energie. Celosvětově je sacharóza považována za hlavní sladidlo a ročně je jí vyrobeno přibližně 10^8 tun. Je obsažena v pečivu, cereáliích, zákuscích a nápojích (Cui, 2005). McDonald a kol. (2002) uvádí, že sacharóza je v trávicím traktu snadno hydrolyzovatelná enzymem sacharázou a zředěnými kyselinami. Při zahřátí na $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ se mění v karamel.

Laktóza se nachází v mléce savců a slouží jako zdroj energie pro vývoj jedince. Koncentrace laktózy v mléce je různá a pohybuje se od 2 do 8 % v závislosti na druhu. Tento disacharid se skládá ze dvou různých cukrů, glukózy a galaktózy. Vyskytuje se i jako vedlejší produkt při výrobě sýra (Brady a Schmidt, 1993). McDonald a kol. (2002) uvádí, že právě laktóza způsobuje slabě nasládlou chuť mléka.

Maltóza je složená ze dvou molekul D-glukózy, které jsou spojeny α (1-4) vazbou. Objevuje se jako produkt při štěpení škrobu amylázou (Brady a Schmidt, 1993). McDonald a kol. (2002)

dodává, že maltóza je také označována jako sladový cukr, je rozpustná ve vodě a je méně sladká než sacharóza.

3.3.1.3 Polysacharidy

Polysacharidy jsou třídou polymerních sacharidů složených z několika monosacharidů spojených glykosidickými vazbami v rozvětvený i nerozvětvený řetězec (Hu a kol., 2015).

Mohou být rozděleny podle stravitelnosti na sacharidy hydrolyzovatelné střevními enzymy zvířete, které zahrnují polysacharidy obsažené převážně v rostlinné buňce a sacharidy, které je možné rozložit pouze působením enzymů produkovaných střevní mikroflórou (Blas a Wiseman, 1998). Hoffman a kol. (2001) uvádí, že mezi hydrolyzovatelné sacharidy patří kromě jednoduchých cukrů, jako je například sacharóza, i některé škroby, které jsou snadno tráveny v tenkém střevě. K fermentovatelným polysacharidům se řadí například pektiny, hemicelulóza, celulóza a lignocelulóza. Blas a Wiseman (1998) dodává, že tyto polysacharidy jsou obsažené převážně ve stěnách rostlinných buněk.

Buněčná stěna je složena z mikrovláken celulózy, která tvoří pevný rámec rostliny a dává jí tuhost. Tato mikrovlákna tvoří základní hmotu složenou z lignosulfonové sítě (fenylpropanové jednotky) a spojují ji s dalšími polysacharidy, jako jsou například hemicelulóza a pektiny. Podíl těchto polymerů závisí na struktuře stěny. V případě, že rostlina stárne, ligninová síť se rozrůstá ze sekundární na primární stěnu a tím snižuje dostupnost polysacharidů pro bakteriální enzymy štěpící tyto sacharidy (Blas a Wiseman, 1998).

Celulóza je hlavním stavebním polysacharidem buněčných stěn. Jedná se o homopolymer tvořený lineárně uspořádanými řetězci glukózových jednotek, spojených v β 1 – 4. Celulóza je pouze částečně hydrolyzovatelná v silných roztocích kyselin a zcela nerozpustná ve vodě. Představuje 40 – 50 % sušiny ve stoncích luštěnin a olejnatých semenech, 10 – 30 % v krmivech z řepky a 3 – 15 % sušiny v semenech luštěnin. Většina obilných zrn obsahuje malé množství celulózy, s výjimkou ovesa, který obsahuje 10 % (Gidenne, 2003).

Škrob je hlavním zásobním polysacharidem zelených rostlin a je pravděpodobně druhým nejhojnějším polysacharidem v přírodě po celulóze. Nachází se ve formě škrobových zrn a to buď v semenech, kořenech nebo hlízách. Konstituci těchto zrn ovlivňuje botanický

druh rostliny. Mohou se vyskytovat v různých tvarech a velikostech a to od malých škrobových zrn v ovsu či rýži (5 – 6 μm) až po velké, nacházející se například v banánu (38 – 50 μm). Vnitřek zrn se skládá ze střídající se krystalické a amorfní části. Narušení tohoto uspořádání je základem pro želatinaci a je možné ho uskutečnit chemickým nebo fyzikálním způsobem (teplota, tlak,...).

Škrobová zrna jsou občas zapouzdřena v proteinové hmotě a tím je snížena jejich dostupnost pro enzymy. Degradace škrobu tedy závisí na biochemické a fyzikální struktuře zrna. Obecně platí, že při dostatku vody a teplotě nad 55 °C škrobová zrna nabobtnají a rozpustí se. Tento proces, při kterém vzniká viskózní hmota, se jmenuje želatinace. Po zchlazení se řetězce glukózy mohou opět sdružit. Tento děj se nazývá retrogradace a může vést k opětovnému vzniku krystalické formy. Množství škrobu se obvykle stanovuje přes Ewersonovu metodu, která závisí na optické rotaci roztoku, nebo enzymatickou metodou, která představuje hydrolyzu a následné stanovení glukózy. Tyto dvě metody obecně poskytují velmi podobné údaje, s mírně vyššími hodnotami u Ewersonovy metody (od + 0,5 do +4 %). Rozdíly mezi těmito metodami jsou také větší u luštěnin než u obilovin. Ewersonovu metodu mohou ovlivnit neextrahované cukry či acidolabilní polysacharidy (Blas a Wiseman, 1998).

Z biochemického hlediska je škrob polysacharid složený pouze z D-glukózových jednotek. V podstatě je tvořen dvěma typy řetězců, amyložou a amylopektinem. Amylóza představuje lineární řetězec glukózy a amylopektin rozvětvený řetězec s vazbami na α 1 \rightarrow 4 a α 1 \rightarrow 6. Poměr mezi amyložou a amylopektinem se může značně lišit v závislosti na druhu rostliny. Škrob z obilovin obsahuje 200 – 250 g kg^{-1} amyložy, na rozdíl od škrobu v luštěninách, který obsahuje 250 – 650 g kg^{-1} a to významně ovlivňuje jeho stravitelnost. Například kukuřice bohatá na amyložu má nižší stravitelnost, než běžná kukuřice (Blas a Wiseman, 1998).

Hemicelulózy jsou skupinou několika polysacharidů, s nižším stupněm polymerace než celulóza a odlišnou stavbou řetězce. Na stavbě polysacharidového řetězce hemicelulóz se podílí glukóza společně s monosacharidy, jakými jsou například xylóza a manóza, které mezi sebou mohou tvořit rozsáhlé vodíkové vazby. Xyloglukany patří mezi hlavní hemicelulózy vyskytující se v primárních buněčných stěnách dvouděložných rostlin (zelenin a osiv), kdežto smíšené vazby glukanů s arabinoxylany jsou převládajícími hemicelulózami v obilných zrnech. Mezi hemicelulózy jsou řazeny i rozvětvené heteropolymery (spojené v β

1 – 3, β 1 – 6, α 1 – 4, α 1 – 3), jakými jsou vysoce rozvětvené arabinogalaktany vyskytující se například v sójových bobech. Dále do této skupiny patří galaktomanany obsažené v semenech luskovin a glukomanany. Polymery tvořené lineárními řetězci pentózy (spojené v β 1 – 4), jako jsou xylany nacházející se v sekundárních stěnách a hexózy, mezi které patří manan obsažený například v palmových jádrech, jsou též řazeny pod hemicelulózy. Manany, glukomanany či galaktany jsou rozpustné pouze v silně zásaditých roztocích, zatímco xylany a arabinoxylany, jsou rozpustné v slabě zásaditých roztocích, zředěných kyselinách a některé jsou rozpustné i ve vodě. Kvantitativně představují hemicelulózy přibližně 10 – 25 % sušiny v krmivu a vedlejších zemědělsko-průmyslových produktech (Gidenne, 2003).

Pektiny jsou rozmanitou skupinou lineárních polysacharidů obsahujících jednotky galakturonové kyseliny. Tyto látky odpovídají několika třídám polymerů, které obsahují pektiny s rhamno-galakturonovou osou s postranními řetězci arabinózy, galaktózy a neutrálních polysacharidů. Pektiny se nacházejí ve střední lamelle a jsou úzce spojeny s primární buněčnou stěnou v mladé tkáni a to zejména u dvouděložných rostlin. Tyto pektiny slouží ve střední vrstvě jako lepidlo, které drží rostlinu pohromadě. Vyskytují se v relativně vysokém množství v luštěninách a buněčné stěně ovoce. Jedním z hlavních zdrojů pektinů ve výživě zvířat je dužina cukrové řepy, která obsahuje až 25 %. Luštěniny, jako například vojtěška, obsahují 5 – 10 % a luskoviny, nejčastěji sója, hrách a fazole, obsahující rozpustné i nerozpustné pektiny, dosahují až 4 – 14 % sušiny (Gidenne, 2003).

V posledních letech si získaly rostlinné polysacharidy obrovskou pozornost kvůli svému různorodému využití. Mají antioxidační a antivirové účinky, snižují hladinu krevních tuků. Jsou široce využívány v medicíně, potravinářském a chemickém průmyslu. V chemickém průmyslu slouží například jako zahušťovadla, pojiva, suspenzní činidla a gely (Kong a kol., 2015).

3.3.2 Význam sacharidů v jednotlivých obdobích postnatálního vývoje králíků

3.3.2.1 Období mléčné výživy

Období mléčné výživy trvá od narození mláďat až do jejich odstavu, který nastává ve čtyřech až pěti týdnech života králíčat. Po tuto dobu tvoří hlavní složku přijímané potravy mléko. Samice kojí svá mláďata každý den 3 – 4 minuty a poté se zdržuje mimo hnízdo, přitom při jednom kojení přijme mládě 10 – 30 g mléka (Maertens a kol., 2006).

Novorození králíci mají vysoké energetické nároky a nízkou tepelnou izolaci. Proto je množství a kvalita pozřené mléka důležitá pro zajištění životaschopnosti a správného růstu mláďat (Maertens a kol., 2006). Blas a Wiseman (2010) dodává, že konzumace mléka představuje důležitou součást příjmu živin a přispívá k ochraně zdraví králíčat. Debray a kol. (2002) uvádí, že mladí králíci začínají kolem 18. dne přijímat pevnou potravu, na kterou jejich zažívací trakt ještě není zcela připraven. V běžných chovatelských podmínkách mají mláďata před odstavem přístup ke stejné krmné dávce, jako jejich matka. Tato potrava bývá obvykle dobře stravitelná s vysokým obsahem energie, nicméně aktivita střevních enzymů králíčat je velmi nízká, především amylázy a maltázy, a také nemají plně rozvinutou střevní mikroflóru, aby tuto potravu dokázala zcela využít. Blas a Wiseman (2010) dodávají, že množství spotřebované pevné potravy se postupně zvyšuje a 35. den života králíci přijímají přibližně 40 – 50 g pevné potravy za den.

V porovnání s kravským mlékem obsahuje králíčí mléko mnohem více tuku (12,9 g /100g), bílkovin (12,3 g /100 g) a energie (8,4 MJ/kg), což vysvětluje velmi rychlý růst králíčat. Hmotnost mláďat se za dobu tří týdnů může zvýšit až šestinásobně. Králíčí mléko je také bohatší na vitamín A a vitamíny rozpustné ve vodě, především vitamíny skupiny B. Králíčí mléko se dále od ostatních odlišuje vysokým obsahem mastných kyselin s krátkým řetězcem, které mají antibakteriální účinky a chrání tak mláďata proti riziku vzniku enteritidy (Maertens a kol., 2006). Blas a Wiseman (2010) dodává, že ve srovnání s jinými savci má králíčí mléko vyšší obsah vápníku, fosforu a sodíku, což mláďatům zajišťuje potřebnou mineralizaci kostí.

Bílkoviny a tuky obsažené v králičím mléce představují pro králíky v prvním období života hlavní zdroj energie, zatímco schopnost mláďat trávit sacharidy je až do 17. dne věku prakticky nulová ($<0,3$ g/den), (Blas a Wiseman, 2010). Maertens a kol. (2006) uvádí, že pro králičí mléko je charakteristický velmi nízký obsah laktózy, který se pohybuje pod 2g/100g mléka (Maertens a kol., 2006). S takto nízkou úrovní laktózy, jak dodává Blas a Wiseman (2010) je nutná kompenzace vysokou koncentrací sodíku v mléce, aby byl zachován osmotický tlak v přiměřeném rozsahu.

3.3.2.2 Období odstavu

Odstav králícat probíhá v období mezi 21. a 40. dnem života mláďat a je často doprovázen zažívacími poruchami králíků (Scapinello a kol., 1999). Právě zažívací poruchy jsou hlavní příčinou mortality a morbidity králíků v období odstavu. Náročný přechod z mléčné výživy, která je téměř dokonale stravitelná, na pevnou stravu s podstatně horší stravitelností, zvyšuje náchylnost k těmto potížím, neboť zažívací trakt mláděte nemusí být plně připraven na rozkládání složitější potravy (Gallois a kol., 2005).

Trávicí trakt králíků prochází v období odstavu různými změnami. Dochází k rozvoji mikrobiální fermentace, cektrofii a změnám v poměru enzymů působících ve střevech. Enzym laktáza snižuje svou aktivitu, zatímco u enzymů amylázy a trypsinu dochází k postupnému zvyšování aktivity. Tyto změny jsou způsobeny vývojem jedince, stravou a složením střevní mikroflóry (Gallois a kol., 2005).

Na rozdíl od období mléčné výživy králíků, kdy jsou sacharidy v potravě obsaženy pouze ve stopovém množství, protože trávicí trakt mláděte je nedokáže dokonale rozložit, se v období odstavu zcela mění poměr složek v krmné dávce. Granulovaná krmiva podávaná mláďatům po odstavu obsahují převážně sacharidy (80 g/ 100g krmiva) o různé stravitelnosti, některé bílkoviny (15 – 18g /100g) a pouze malé množství lipidů (2 – 5g/ 100g), (Blas a Wiseman, 2010).

Obecně musí krmná dávka určená zvířatům po odstavu obsahovat dostatečné množství živin pro podporu optimálního růstu a zamezení zažívacích poruch (Gidenne a Jehl, 1996). Právě v raném podstavovém období, jak uvádí Perez a kol. (2000) vykazují králíci vysokou intenzitu růstu, společně se zvýšenou citlivostí k podmínkám chovu a složení krmiva.

Nejčastější příčinou zažívacích poruch je nevhodné složení krmné směsi (např. často je odstávčatům nesprávně předkládána krmná směs určená pro výkrm králíků) společně s neúplnou schopností mladých zvířat trávit škrob, což vede k vyššímu výskytu snadno dostupných sacharidů ve slepém střevě s následnou změnou mikrobiální struktury. Trávicí schopnost králíků hydrolyzovat škrob enzymem amylázou je omezená přibližně do 35. dne

věku (Scapinello a kol., 1999). Vyšší hladina škrobu ve střevě než 150g/kg vede k nežádoucímu kvašení (Blas a Wiseman, 2010) a jak dodává Perez a kol. (2000) vede i k mírnému snížení růstu králíků. Vysoký denní přísun škrobu může být spojen s vyšší mortalitou zvířat v tomto období a proto, jak uvádí Xiccato a kol. (2002) je doporučováno předkládat zvířatům krmivo s nižším obsahem škrobu, aby se předešlo zažívacím problémům. Maximální množství škrobu v krmné dávce pro mladé králíky po odstavu, by mělo být tedy do 140 g/kg (Blas a Wiseman, 2010). Což je v ideálním případě, jak uvádí Perez a kol. (2000) 14% škrobu na krmnou dávku. Gidenne a kol. (2005) dodává, že pro mladé králíky jsou nevhodné především zdroje škrobu odolné trávení v tenkém střevě, jako je například kukuřice. Ječmen a pšenice jsou na rozdíl od kukuřice lépe stravitelné a pro mláďata tedy vhodnější.

Trávicí potíže pozorované po odstavu mohou být způsobeny i poruchou vývoje trávicího systému, ke kterému došlo prostřednictvím špatně přizpůsobené potravy podávané králíkům již před odstavem. Krmení králíků potravou s vysokým obsahem škrobu před odstavem ovlivňuje životaschopnost zvířat po odstavu, následná degradace vysokého množství škrobu ve slepém střevě podporuje vznik patogenní mikroflóry, poruch trávení, průjmu a může končit až smrtí zvířete. Zatímco potrava s vysokým obsahem vlákniny podávaná před odstavem má pozitivní vliv na zdravotní stav králíků po odstavu (Debray a kol., 2002).

Ve výživě mladých králíků má podstatnou roli také podíl vlákniny, a pokud jeho obsah klesne pod minimální doporučené množství 18,5 %, dojde k prodloužení retenční doby tráveniny ve střevech a to až o 25 %, což může způsobit zažívací problémy a následné poruchy růstu (Perez a kol., 2000). Krmná dávka pro mladé králíky by měla dále obsahovat lignocelulózu v množství ≥ 190 g/kg a lignin ≥ 55 g/kg, který se nachází například v obilné slámě. Důležitá je také celulóza v množství ≥ 130 g/kg , neutrálně detergentní vláknina (celulóza, hemicelulóza a lignin) ≥ 320 a hemicelulóza ≥ 120 g/kg. Poměr celulózy a ligninu by měl být $\geq 0,40$ g/kg (Lebas, 2004).

3.3.2.3 Období intenzivního růstu

Po odstavu následuje období, které je charakteristické intenzivním růstem králíků. Obvykle se pohybuje od odstavu (cca 35. den věku) do porážky, která nastává po dosažení standardní jatečné hmotnosti 2,5 kg, což bývá okolo 76. dne života. V období mezi šestým a osmým týdnem života prodělávají králíčata tzv. poodstavový stres, při kterém ztrácí kolostrální imunitu zajišťovanou konzumací mateřského mléka, dostavuje se první línání a také dochází k výměně mléčných zubů za trvalé. Toto období je proto jedno z nejrizikovějších v chovech králíků (Blas a Wiseman, 2010).

Chovy králíků se rozdělují na intenzivní a zájmové. V intenzivních chovech králíků jsou k přípravě vyvážené krmné směsi používány sušené a mleté suroviny, kterými jsou například jadrná krmiva, objemná sušená krmiva, vitamínové a minerální doplňky. Tyto suroviny jsou zpravidla peletovány, což je způsob úpravy krmiva, který králíci preferují před jinou úpravou potravy a také přináší několik výhod, mezi které patří například nižší spotřeba krmiva. Granule také snižují problém s prašností a zajišťují snazší manipulaci u automatických či poloautomatických dávkovačů krmiva. V intenzivních chovech jsou používány dva druhy krmných směsí, směs určená pro samice a směs určená pro výkrm zvířat. Standardně jsou králíci krmeni *ad libitum* až na nezabřezlé samice, které musí být krmeny restriktivně z důvodu nežádoucího tučnění s následnými reprodukčními problémy (Blas a Wiseman, 2010).

Komerčně vyráběné granule pro výkrm králíků obvykle obsahují vlákninu (450 – 600g/kg), z čehož 280 – 460 g/kg zaujímá neutrálně detergentní vláknina a 150 – 230 g/kg acido-detergentní vláknina. Další surovinou je acido-detergentní lignin (35 – 65 g/kg), hrubá vláknina (120- 180 g/kg) a rozpustná vláknina (35 – 120 g/kg). Mezi další složky patří škrob (80 – 130 g/kg), cukry (30 – 60 g/kg) a dusíkaté látky (140 – 190 g/kg), (Benkeblia, 2014). Granule používané v intenzivních chovech bývají obohaceny o kokcidostatika, aby se předešlo ztrátám způsobeným nákazou kokciemi.

Krmná směs určená samicím v intenzivních chovech se skládá z 310 – 335 g/kg neutrálně detergentní vlákniny a 165 – 185 g/kg acido-detergentní vlákniny. Další složkou je hrubá vláknina (140 – 150 g/kg) a acido-detergentní lignin (55 g/kg). Na rozdíl od kompletní krmné

směsi pro výkrm králíků, obsahuje směs určená samicím vyšší obsah stravitelné i metabolizovatelné energie (Blas a Wiseman, 2010).

V zájmových chovech králíků se běžně králíci krmí dvakrát denně, přičemž by měli každý den dostávat obiloviny (oves, ječmen), zelené krmivo, nakrájenou kořenovou zeleninu a vhodným doplňkem jsou i dřeviny na okus. Nutností je neomezený přístup k senu a čisté vodě. U králíků chovaných v zájmových chovech se stejně jako v intenzivních chovech mohou používat kompletní peletované směsi doplněné o seno a vodu. Seno je doporučováno luční, sečené před květem či v květu (Blas a Wiseman, 2010).

Výživa dospívajících králíků je bohatá na sacharidy. Mezi jednoduché sacharidy, které se nacházejí v krmné dávce, patří především glukóza a fruktóza. Tyto dva sacharidy jsou zástupci monosacharidů a pro králíky jsou přístupné například v ovoci. Z disacharidů se v krmivech králíků nejčastěji objevují sacharóza a maltóza, přičemž monosacharidy a disacharidy jsou v krmných dávkách králíků přítomny ve velmi nízkých koncentracích a to méně, než 50 g/kg (Blas a Wiseman, 2010).

Krmná dávka pro dospělé králíky by měla obsahovat polysacharidy v mírně odlišném množství, než směs pro mláďata, například lignocelulóza by se v krmivu měla nacházet v množství ≥ 170 g/kg, lignin ≥ 50 g/kg, celulóza ≥ 110 g/kg, neutrálně detergentní vláknina ≥ 310 g/kg a hemicelulóza ≥ 100 g/kg (Lebas, 2004).

Je však možné použít i jednotnou dietu pro mladá a dospělá zvířata, jejíž hodnoty jsou kompromisem pro různé kategorie králíků. Pro takovou směs je doporučený obsah lignocelulózy ≥ 160 g/kg, ligninu ≥ 50 g/kg, celulózy ≥ 110 g/kg, neutrálně detergentní vlákniny ≥ 310 g/kg, hemicelulózy ≥ 100 g/kg a škrobu ≤ 160 g/kg (Lebas, 2004).

Jednotlivé suroviny podávané králíkům obsahují různé množství sacharidů, například řepná melasa obsahuje 466 g/kg, cukrová řepa 160 g/kg, řepné řízky 66 g/kg, jablečné výlisky 150 g/kg, sladká lupina 64 g/kg, pšeničné otruby 67 g/kg a ječmen 21 g/kg (Blas a Wiseman, 2010).

Z polysacharidů hraje významnou roli v krmivech králíků škrob (Blas a Wiseman, 2010), jehož obsah je možné, na rozdíl od mladých králíků, v krmné dávce určené pro

dospělá zvířata zvýšit až na 18% a to bez významného vlivu na trávicí ústrojí. Účinek na zdraví starších zvířat je totiž méně výrazný, než je tomu u králíků v raném podstavovém období (Perez a kol., 2000). Větší obsah škrobu v potravě podporuje vyšší denní přírůstek a tím i vyšší hmotnost králíků, než u zvířat krmených stravou s nízkým obsahem škrobu (Xiccato a kol., 2002). Škrob by se v ideálním případě měl v krmné dávce pro dospělé králíky vyskytovat v množství 180 – 200 g/kg (Blas a Wiseman, 2010) a jak dodává Jehl a Gidenne (1996), v potravě králíků je zastoupen především v podobě pšenice a ječmene. Blas a Wiseman (2010) uvádí, že podíl škrobu nacházející se v pšenici a ječmenu je podobný a pohybuje se kolem 650 – 700 g/kg sušiny. Další suroviny, ve kterých je škrob obsažen v nezanedbatelném množství, a mohou být předkládány králíkům, jsou kukuřice (650 – 800 g/kg sušiny), zelený banán (150 – 250 g/kg sušiny), kořeny manioku (800 – 850 g/kg sušiny) a syrové brambory (600 – 650 g/kg sušiny).

Vyvážená strava určená pro králíky by měla obecně obsahovat dostatečné množství vlákniny (20 – 25%), minimální množství škrobu a optimální koncentraci proteinů (Irlbeck, 2001). Nižší obsah vlákniny než 18%, snižuje tempo průchodu potravy trávicí soustavou, vede k hromadění tráveniny ve slepém střevě, čímž je snížen příjem krmiva společně s nižším příjmem stravitelné energie a následným narušením růstu zvířat. Může se objevit ztráta chuti k jídlu i poruchy trávicího traktu jmenovitě nespecifická enteritida s průjmem (Pinheiro a kol., 2009). Požadavkem pro udržení zdraví králíka, je tedy především dostatečné množství vlákniny a respektování bilance v dodávání stravitelné a nestravitelné vlákniny.

Celulóza a lignin se řadí mezi špatně stravitelnou vlákninu a hrají klíčovou roli při snižování výskytu průjmů u rostoucích králíků (Gidenne a kol., 2005). Příjem ligninu způsobuje prudké snížení stravitelnosti krmiva, spojeným se snížením retenční doby tráveniny v celém traktu (až o 20%) a vzrůstem konverze krmiva. Celulóza rovněž podporuje zdravotní stav, ale v porovnání s ligninem, jsou jeho účinky méně významné. Ligninu je přičítána velká role, protože snížení poměru lignin/celulóza způsobuje vzestup zažívacích poruch. Kromě toho, při snížení poměru lignin/celulóza pod 0,4, je pozorováno snížení rychlosti růstu až o 5% a delší doba retence tráveniny v trávicím traktu. Krmná směs pro rostoucího králíka by měla obsahovat 5-7g/den ligninu a 11-12g/den celulózy (Gidenne, 2003). Polysacharid celulóza se v krmných směsích králíků nachází například v podobě lodyh luštěnin (400 – 500 g/kg sušiny),

řepných řízků (100 – 300 g/kg sušiny), či semen luskovin (30 - 150 g/kg sušiny). Většina obilných zrn obsahuje malé množství celulózy (10 – 50g/kg sušiny), s výjimkou ovsa (100 g/kg sušiny), (Blas a Wiseman, 2010). Je také důležité zmínit, že čím starší je rostlina, tím více hrubé vlákniny obsahuje, například vojtěška na začátku květu obsahuje 23% hrubé vlákniny, zatímco na konci květu 38% hrubé vlákniny (Irlbeck, 2001).

Lehce stravitelná vláknina, kterou zastupuje hemicelulóza a pektin, podporuje střevní peristaltiku a je králíkům dodávána především ve formě cukrových řízků a pšeničných otrub (Gidenne a kol., 2005). Pinheiro a kol. (2009) uvádí, že komerční krmné směsi pro rostoucí králíky obvykle obsahují okolo 335g NDF/kg (lignin, celulóza a hemicelulóza) a 170g ADF/kg (celulóza a lignin). Tyto diety podporují příjem krmiva a správnou peristaltiku střev, kvůli nízkému obsahu stravitelné energie jsou však spojeny se snížením účinnosti krmiva. Gidenne a Jehl (1996) dodává, že až 50% vlákniny v potravě může být nahrazeno složkou o podobné stravitelnosti. S ohledem na lignin a celulózu, je však nutné, jak uvádí Gidenne a kol. (2005), vyhnout se příliš vysokému začlenění pektinů a hemicelulózy do krmné dávky, aby byla minimalizována zdravotní rizika během výkrmu zvířat.

Z výzkumů vyplývá, že je možné ječmen v krmné dávce králíků nahradit cukrovou řepou a to až do 15 % bez významných nežádoucích účinků na efektivitu krmení, rychlost růstu či změnu složení masa z hlediska mastných kyselin. Zatímco při nahrazení 50% ječmene cukrovou řepou dochází k opožděnému tempu růstu králíků. Záměna ječmene za cukrovou řepu vytváří pokles tuku a sušiny obsažené v opracovaném těle králíka. Z toho vyplývá, že úbytek obsahu vlákniny v krmné dávce má za následek vyšší obsah sušiny a tuku v mase zvířete (Cobos a kol., 1995). Gidenne a Perez (2000) uvádí, že přibližně 50% škrobu obsaženého v krmné dávce může být bez zásadních změn na stravitelnost krmiva nahrazeno stravitelnou vlákninou. Například Gidenne a Jehl (1996), při porovnání dvou krmných dávek, směsi obsahující vysoký podíl škrobu (266 g/kg) zastoupený především ve formě pšenice a ječmene a směsi, ve které bylo přibližně 50 % škrobu nahrazeno stravitelnou vlákninou v podobě pšeničných otrub a řepných řízků, nezaznamenali výrazný rozdíl v příjmu krmiva. Zatímco stravitelnost bezdusíkatých látek výtažkových byla nižší u krmné směsi s vyšším obsahem vlákniny než u krmné dávky obsahující větší procento škrobu, protože tato směs obsahovala hůře stravitelné složky, kterými jsou například oligosacharidy a pektiny. Při krmení zvířat směsí s vysokým obsahem škrobu se zvyšuje výskyt zažívacích poruch a úhyn a

jak uvádí Perez a kol. (2000), již po překročení hladiny 16% škrobu v krmné dávce dochází ke snížení příjmu krmiva.

Odlišnosti se projevují i při předkládání různých surovin, obsahujících škrob v nezanedbatelném množství. Například škrob podávaný králíkům ve formě kukuřice (11,68 MJ/kg) a ječmene (12,24 MJ/kg) zapříčiní vyšší příjem stravitelné energie než při zkrmování stejného množství pšenice (11,49 MJ/kg). Spotřeba krmiva je při předkládání kukuřice přibližně o 5% vyšší, než při zkrmování ječmene či pšenice, zatímco konverze krmiva je u krmné dávky založené na bázi kukuřice nejhorší. Hladina střevního škrobu je při konzumaci ječmene nižší, než při zkrmování kukuřice, což znamená, že je kukuřice obtížněji stravitelná. Pro výživu králíků jsou za vhodnější suroviny pokládány pšenice a ječmen. Kukuřici je doporučováno zvířatům předkládána spíše ve formě doplňkového krmiva (Gidenne a kol., 2005).

4 Závěr

Mladým králíkům v období odstavu, kteří jsou zařazováni do výkrmu, je často předkládána krmná směs určená pro výkrm králíků. Tato směs obsahuje vysoké procento sacharidů, na které není trávicí trakt králíků zcela připraven. Především nadbytek škrobu v potravě může způsobit trávicí potíže s následným úhynem zvířat, a proto je vhodné králíkům v období odstavu upravit krmnou dávku dle jejich požadavků a nekrmit je směsí pro výkrm, která je určená pro dospělé králíky s plně vyvinutým trávicím traktem.

Obsah škrobu krmné dávky by se tedy v tomto období měl pohybovat kolem 14 % a v ideálním případě by neměl překročit 140 g/kg směsi. Dalším důležitým sacharidem je vláknina, která má pozitivní vliv na zažívací trakt králíků, a kterou by měla krmná směs pro králíky obsahovat minimálně 18,5 %. V období odstavu se osvědčilo krmení granulemi, které obsahují sacharidy (80 g/100g krmiva), bílkoviny (15 – 18 g/100g), pouze malé množství lipidů (2 - 5 g/100g) a bývají obohaceny o kokcidostatika.

V krmivu pro dospělé králíky se monosacharidy a disacharidy objevují pouze v malém množství (do 50 g/kg) a to kvůli jejich snadnému trávení a následnému riziku nežádoucího tučnění zvířat. Tyto cukry jsou často obsaženy v ovoci, které by mělo být králíkům předkládáno pouze jako doplněk stravy, a v zelenině, jakou je například cukrová řepa. Polysacharidy, na rozdíl od předchozích sacharidů, představují nejdůležitější složku ve stravě dospělých králíků a jejich obsah se od krmné dávky určené mláďatům mírně liší. V krmivu, které je určené dospělým králíkům, by mělo být o 20 g/kg lignocelulózy méně (≥ 170 g/kg), než je doporučeno pro mladé králíky, ligninu o 5 g/kg méně (≥ 50 g/kg), celulózy o 20 g/kg méně (≥ 110 g/kg), neutrálně detergentní vlákniny o 10 g/kg méně (≥ 310 g/kg) a hemicelulózy o 20 g/kg méně (≥ 100 g/kg).

Významný vliv na zdraví králíků má především obsah škrobu v krmné dávce. Dospělý králík má již plně vyvinutou schopnost trávit škrob, takže jeho obsah může být v krmné dávce zvýšen až na 18%, což představuje 180 – 200 g/kg směsi. Nejbohatšími surovinami na škrob, které je možno předložit králíkům, jsou pšenice a ječmen, které mají podobný obsah škrobu cca 650 – 700 g/kg, kukuřice (650 – 800 g/kg) či kořeny manioku (800 – 850 g/kg). Důležitý je také obsah vlákniny, který by se měl pohybovat v rozmezí od 20 do 25 %, přičemž je nutné

respektovat bilanci v dodávání stravitelné (pektin a hemicelulóza) a nestravitelné vlákniny (celulóza a lignin).

Z této práce je zřejmé, že z jadrných krmiv se příliš nedoporučuje krmení kukuřicí, která se vyznačuje vysokým obsahem škrobu a špatnou stravitelností. Je používána spíše ve formě doplňkového krmiva, neboť podporuje tvorbu tuku a je tedy vhodná k výkrmu králíků. Naopak krmení králíků ovsem, či ječmenem je doporučováno. Oves i ječmen obsahují větší množství vlákniny, než například pšenice a pozitivně ovlivňují trávicí procesy v těle králíků.

5 Seznam použité literatury

- Benkeblia, N. 2014. Polysaccharides: Natural Fibers in Food and Nutrition. CRC Press, New York, p. 512. ISBN: 9781466571815.
- Blas, C. Wiseman, J. 1998. The Nutrition of the Rabbit. CABI, Wallingford, p. 333. ISBN: 085199279.
- Blas, C. Wiseman, J. 2010. Nutrition of the Rabbit. CABI, 2nd Edition, Wallingford, p. 315. ISBN: 9781845936693.
- Brady, J. W. Schmidt, R. K. 1993. The role of hydrogen bonding in carbohydrates: molecular dynamics simulations of maltose in aqueous solution. The Journal of Physical Chemistry 97, 958 – 966.
- Cobos, A. Hoz, L. Cambero, I. M. Ordonez, A. J. 1995. Sugar-Beet Pulp as an Alternative Ingredient of Barley in Rabbit Diets and its Effect on Rabbit Meat. Meat science 39, 113 – 121.
- Cui, W. S. 2005. Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties, and Applications. CRC Press, United States, p. 407. ISBN: 9780849315749.
- Davies, R. R. Davies, J. A. E. R. 2003. Rabbit gastrointestinal physiology. The Veterinary Clinics Exotic Animal Practise 6, 139 – 153.
- Debray, L. Fortun-Lamothe, L. Gidenne, T. 2002. Influence of low dietary starch/fibre ratio around weaning on intake behaviour, performance and health status of young and rabbit does. Animal Research 51, 63 – 75.
- Fuller, M. 2003. The Encyclopedia of farm Animal Nutrition. CABI, Wallingford, p. 533. ISBN: 0851993699.

- Galant, A. L. Kaufman, R. C. Wilson, J. D. 2015. Glucose: detection and analysis. *Food Chemistry* 188, 149 – 160.
- Gallois, M. Gidenne, T. Fortun-Lamothe, L. Huerou-Luron, I. Lalles, J. P. 2005. An early stimulation of solid feed intake slightly influences the morphological gut maturation in the rabbit. *Reproduction Nutrition Development* 45, 109 – 122.
- 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. Jehl, N. 1996. Replacement of starch by digestible fibre in the feed for the growing rabbit. 1. Consequences for digestibility and rate of passage. *Animal Feed Science Technology* 61, 183 – 192.
- Gidenne, T. Perez, M. J. 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. I. Effect on digestion, rate of passage and retention of nutrients. *Annales de Zootechnie* 49, 357 – 368.
- Gidenne, T. Jehl, N. Perez, M. J. Arveux, P. Bourdillon, A. Mousset, L. J. Duperray, J. Stephan, S. Lamboley, B. 2005. Effect of cereal sources and processing in diets for the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by enteropathy. *Animal Research* 54, 65 – 72.
- Hoffman, R. M. Wilson, J. A. Kronfeld, D. S. Cooper, W. L. Lawrence, L. A. Sklan, D. Harris, P. A. 2001. Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: Direct assay and seasonal variation. *Journal of Animal Science* 79, 500 – 506.
- Hu, H. Liang, H. Wu, Y. 2015. Isolation, purification and structural characterization of polysaccharide from *Acanthopanax brachypus*. *Carbohydrate polymers* 127, 94 – 100.
- Cheeke, R. P. 1987. Rabbit feeding and nutrition. Academic Press, Florida, p. 371. ISBN: 0121706052.

- Irlbeck, N. A. 2001. How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract. *Journal of animal science* 79, 343 – 346.
- Jehl, N. Gidenne, T. 1996. Replacement of starch by digestible fibre in feed for the growing rabbit. 2. Consequences for microbial activity in the caecum and on incidence of digestive disorders. *Animal Feed Science Technology* 61, 193 – 204.
- Johnson-Delaney, C. A. 2006. Anatomy and Physiology of the Rabbit and Rodent Gastrointestinal System. Association of Avian Veterinarians. Session #110.
- Kong, L. Yu, L. Feng, T. Yin, X. Liu, T. Dong, L. 2015. Physicochemical characterization of the polysaccharide from *Bletilla striata*: Effect of drying method. *Carbohydrate polymers* 125, 1 – 8.
- Lebas, F. 2004. Reflections on Rabbit Nutrition with a special emphasis on feed ingredients Utilization. 8th World Rabbit Congress, Mexico, 686 – 736.
- Lebas, F. Coudert, P. Rochambeau, H. Thébault, R. G. 1997. The rabbit – Husbandry, health and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. AGRIS, Rome, p. 274. ISBN: 9251034419.
- Maertens, L. Aerts, J. M. 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 Rabbit Science* 14, 205 – 230.
- Manning, P. J. Ringler, D. H. Newcomer, Ch. E. 1994. *The Biology of the Laboratory Rabbit*, Academic Press, California, p. 473. ISBN: 0124692354.

- Marounek, M. Rada, V. Benda, V. 1998. Biochemical Characteristics and Fermentation of Glucose and Starch by Rabbit Caecal Strains of *Bifidobacterium globulosum*. *Folia Microbiologica* 43, 113 – 116.
- McDonald, P. Edwards, R. A. Greenhalgh, J. F. D. Morgan, C. A. 2002. *Animal nutrition*. Ashford Colour Press, Gosport, p. 669. ISBN: 0582419069.
- Perez, M. J. Gidenne, T. Bouvarel, I. Arveux, P. Bourdillon, A. Briens, Ch. Naour, J. Messenger, B. Mirabito, L. 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhoea. *Annales de Zootechnie* 49, 369 – 377.
- Pinheiro, V. Guedes, M. C. Outor-Monteiro, D. Mourao, L. J. 2009. Effects of fibre level and dietary mannanoligosaccharides on digestibility, caecal volatile fatty acids and performances of growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 148, 288 – 300.
- Roubalová, M. Mach, K. 2015. Trh s králíčím masem v ČR, Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků – XIII. Celostátní seminář, 7 - 9.
- 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.
- Weisbroth, S. H. Flatt, R. E. Kraus, A. L. 1974. *The Biology of the Laboratory Rabbit*. Academic Press, London, p. 487. ISBN: 0127421505.
- Xiccato, G. Trocino, A. Sartori, A. Queaque, I. P. 2002. Effect of dietary starch level and source on growth performance, caecal fermentation and meat quality in rabbits. 2nd Rabbit Congress of the America, Cuba, June 19 – 22, 160 – 163.